



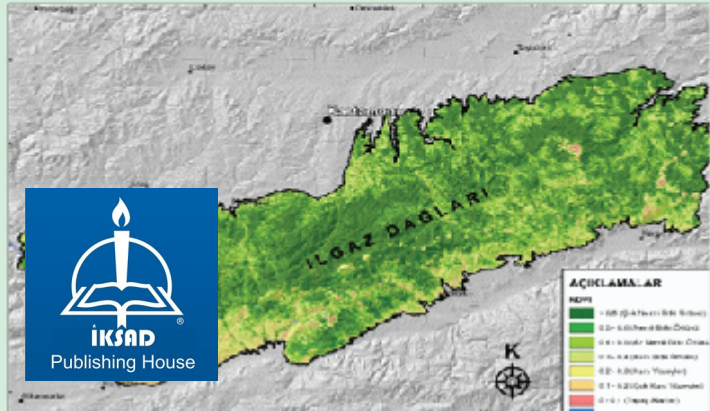
100


TÜRKİYE CUMHURİYETİ'NİN YÜZÜNCÜ YILI

CUMHURİYET'İN 101. YILINDA GÜNCEL FİZİKİ COĞRAFYA ÇALIŞMALARI

EDİTÖR

Prof. Dr. Mücahit COŞKUN




IKSAD
Publishing House

AÇIKLAMALAR
NOT:
1. 0-1000 m (Yeşil) (0-1000 m)
2. 1000-1500 m (Sarı) (1000-1500 m)
3. 1500-2000 m (Kahverengi) (1500-2000 m)
4. 2000-2500 m (Kırmızı) (2000-2500 m)
5. 2500-3000 m (Koyu Kırmızı) (2500-3000 m)
6. 3000-3500 m (Koyu Kırmızı) (3000-3500 m)
7. 3500-4000 m (Koyu Kırmızı) (3500-4000 m)
8. 4000-4500 m (Koyu Kırmızı) (4000-4500 m)
9. 4500-5000 m (Koyu Kırmızı) (4500-5000 m)
10. 5000 m (Koyu Kırmızı) (5000 m)

CUMHURİYET'İN 101. YILINDA GÜNCEL FİZİKİ COĞRAFYA ÇALIŞMALARI

EDİTÖR

Prof. Dr. Mücahit COŞKUN

YAZARLAR

Afife KIRMIZI

Fatih KARTAL

Hüsameddin ECE

Güzin KANTÜRK YİĞİT

Hakan AKDAĞ

İlker ERDÖNMEZ

Kamile ZEREN

Mohammed S. ALJAROUSHI

Muhammet ÖZTEKİNCİ

Murat AĞCABAY

Mücahit COŞKUN

Neslihan ERDÖNMEZ

Nesrin SARSICI

Nigar CANBULAT

Onur CANBULAT

Osman ÇEPNİ

Özlem DÜNDAR TEMUR

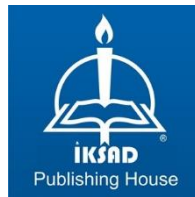
Safiye YÜKSEL ÖZTEKİNCİ

Selime MUT

Sevda COŞKUN

Sıracettin GÖZALAN

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14231420>



Copyright © 2024 by iksad publishing house

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or transmitted in any form or by any means, including photocopying, recording or other electronic or mechanical methods, without the prior written permission of the publisher, except in the case of brief quotations embodied in critical reviews and certain other noncommercial uses permitted by copyright law. Institution of Economic Development and Social Researches Publications®

(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)

TÜRKİYE TR: +90 342 606 06 75

USA: +1 631 685 0 853

E mail: iksadyayinevi@gmail.com

www.iksadyayinevi.com

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.

Iksad Publications – 2024©

ISBN: 978-625-367-937-8

Cover Design: İbrahim KAYA

December / 2024

Ankara / Türkiye

Size = 16x24 cm

ÖNSÖZ

Son yıllarda ulusal ve uluslararası alanda fiziki coğrafya çalışmalarında birçok yeni ve teşvik edici gelişmeleri heyecanla seyretmekteyiz. Bunlar sadece yeni bilgilerden ibaret olmayıp, konuya yeni kavram ve anlayışların getirilmesi yeni yaklaşımların sunulması şeklinde yansımaktadır. Neredeyse kaçınılmaz olarak, bu durum, akademisyen açısından disiplinin tüm yönlerini takip etmesini zorlaştırmış ve artan çeşitlilikte makale, kitap bölümü ve kitap ortaya çıkarmıştır. Fiziki coğrafyanın dalları olan jeomorfoloji, hava ve iklim, hidrografya, toprak, vejetasyon, zoocoğrafya, afetler coğrafyası gibi alanlar kendi yaklaşım ve hedeflerini geliştirme eğilimi göstermiştir.

Hazırlamış olduğumuz bu kitap, yukarıda dikkat çekilen eğilimleri ve yeni yöntemleri bir nebze olsun paylaşma girişiminde bulunmaktadır. Konuyla ilgili modern düşüncelerin ve yöntemlerin bir kısmını bu eserde bir araya getirmeye, bu fikirleri basit ve özlü bir şekilde örnek alanlar üzerinden ifade etmeye çalışmaktadır. Fiziki coğrafyanın, doğal, teknolojik ve biyolojik bileşenlerinin geniş bir sistem içerisinde birbirine bağlı olduğu bir bütünlükte doğal ortamla ilgilendiği görüşünü benimsemektedir. Kitap aynı zamanda konunun ihmal edilmiş bazı kısımlarına, coğrafi bilgi sistemleri desteğinde özellikle de iklim ve biyocoğrafyaya daha fazla önem vermekte ve böylece fiziki coğrafyada yeryüzü şekillerinin incelenmesine yönelik geleneksel dengesizliği değiştirmektedir.

Kitap, bölümümüzde doktora düzeyinde vermiş olduğum “Akademik Yazma Becerisi” konulu dersin ürün çıktılarıdır. Bölüm akademisyenlerimizin konuya olan bilimsel destekleri ve kitap için cesaret vermeleriyle bu eser vücut bulmuştur. Kitabın yazımı sırasında diğer üniversitelerden bazı meslektaşlarım zamanlarını ve tavsiyelerini esirgememiş yazarlarımıza dönütler vermiştir. Bu vesileyle onlara özellikle teşekkür etmekten memnuniyet duyduğumu belirtmek isterim: Prof. Dr. Ülkü ESER ÜNALDI, Prof. Dr. Duran AYDINÖZÜ, Prof. Dr. İbrahim KOPAR, Doç. Dr. Halil GÜNEK, Doç. Dr. Erol SÖZEN.

Okuyuculara ve literatüre faydalı olması dileğiyle.

Prof. Dr. Mücahit COŞKUN

Kitap Editörü

EDİTÖR

Prof. Dr. Mücahit COŞKUN

1998 yılında Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi'nden mezun oldu. 1998 yılında mezun olduğu anabilim dalında yüksek lisansa başladı. 1999 yılında araştırma görevlisi oldu. 2000 yılında yüksek lisans derecesini alarak doktora başladı. 2004 yılında Prof. Dr. Cemalettin ŞAHİN nezaretinde bitirdiği doktora eğitiminden sonra 2008 yılında yardımcı doçent kadrosuna ataması yapıldı. 2009 yılında Karabük Üniversitesi'ne yardımcı doçent olarak naklen atandı. 2012 yılında doçentlik unvanını aldı. 2017 yılında Karabük Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Fiziki Coğrafya Anabilim Dalına Profesör olarak ataması yapıldı. Araştırmalarını ulusal ve uluslararası boyutta iklim, vejetasyon, hidroğrafya, toprak ve fiziki coğrafya eğitimi konularında sürdürmektedir. Evli ve üç çocuk babası olup İngilizce bilmektedir.

İletişim: Karabük Üniversitesi Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Fiziki Coğrafya Anabilim Dalı, Karabük, Türkiye, mcoskun@karabuk.edu.tr
ORCID: 0000-0002-7881- 674

İÇİNDEKİLER

| | |
|---|------------|
| ÖNSÖZ..... | I |
| EDİTÖR..... | II |
| 1. BÖLÜM | 1 |
| WEB OF SCIENCE'DA TARANAN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ POLİTİKALARI KONUSUNDAKİ COĞRAFI ARAŞTIRMALARIN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ | 1 |
| 2. BÖLÜM | 35 |
| YOGA KAMP TURİZMİ POTANSİYELİ AÇISINDAN SAFRANBOLU'NUN DEĞERLENDİRİLMESİ..... | 35 |
| 3. BÖLÜM | 59 |
| ILGAZ DAĞLARI'NIN LANDSAT UYDU GÖRÜNTÜLERİYLE 1984, 2000 VE 2021 YILLARINDAKİ NDVI (NORMALİZE EDİLMİŞ FARK BİTKİ ÖRTÜSÜ İNDEKSİ) DEĞİŞİMİNİN BELİRLENMESİ..... | 59 |
| 4. BÖLÜM..... | 79 |
| TAŞKÖPRÜ (KASTAMONU) İLÇE MERKEZİ VE YAKIN ÇEVRESİNDE ARAZİDEN YARARLANMADAKİ DEĞİŞİMLER..... | 79 |
| 5. BÖLÜM | 105 |
| ELEKÇİ DERESİ HAVZASININ (ORDU) MORFOMETRİK ANALİZİ | 105 |
| 6. BÖLÜM..... | 131 |
| BOZKURT İLÇESİ'NİN (KASTAMONU) HEYELAN DUYARLILIK ANALİZİ | 131 |
| 7. BÖLÜM | 159 |
| YENİÇAĞA GÖLÜNÜN (BOLU) SEVİYE DEĞİŞİMİNİN UYDU GÖRÜNTÜLERİYLE TESPİT EDİLMESİ | 159 |

| | |
|---|------------|
| 8. BÖLÜM | 187 |
| ORMAN SINIRINDA MEYDANA GELEN DEĞİŞİKLİĞİN NORMALİZE EDİLMİŞ BİTKİ İNDEKSİ (NDVI) VE YÜZEY SICAKLIKLARI (YYS) ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: YENİCE ORMANLARI ÖRNEĞİ..... | 187 |
| 9. BÖLÜM | 209 |
| SİLİFKE İLÇESİNDE ORMAN YANGINI DUYARLILIĞININ ANALİTİK HİYERARŞİ YÖNTEMİ (AHP) İLE BELİRLENMESİ..... | 209 |
| 10. BÖLÜM | 237 |
| (SİVAS) KANGAL İLÇESİNİN İKLİM ÖZELLİKLERİ..... | 237 |
| 11. BÖLÜM | 271 |
| DEVELOPING A DIGITAL TECHNIQUE FOR PAPER MAP UPDATING, USING REMOTE SENSING, AND GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM APPLICATIONS CASE STUDY; TOPOGRAPHIC PAPER MAP OF BENGHAZI - LIBYA..... | 271 |
| 12. BÖLÜM | 297 |
| YÜZEY, 850, 700 ve 500 hPa BASINÇ SEVİYELERİNDE ORTALAMA SICAKLIKLARIN TREND ANALİZİ..... | 297 |

1.BÖLÜM

WEB OF SCIENCE'DA TARANAN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ POLİTİKALARI KONUSUNDAKİ COĞRAFI ARAŞTIRMALARIN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ

Prof. Dr. Mücahit COŞKUN ¹
Doktorant İlker ERDÖNMEZ ²

Amaçlar

- İklim değışikliği hakkında öne çıkan araştırmaları sunmak
- Araştırmaların bibliyometrik analizini yapmak
- Araştırmaların konu seçimi ve güncel yönelimlerine yönelik açıklamalar yapmak

¹ Karabük Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Fiziki Coğrafya Anabilim Dalı, Karabük, Türkiye, mcoskun@karabuk.edu.tr, ORCID: 0000-0002-7881- 674.

² Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Karabük, Türkiye. ilkererdonmez@gmail.com, ORCID: 0000-0003-0453-3368.

GİRİŞ

Günümüzde, küresel sıcaklık ortalamalarındaki artış ile başta sağlık olmak üzere hava kirliliği, afetler, tatlı su kaynaklarında azalma, kuraklık, ısı adaları, sıcak hava dalgaları, gıda arz sorunu ve bölgesel göç gibi konularda meydana gelen olumsuz değişimler arasında sıkı bir bağ kurulmuş durumdadır. Bu bağın kurulması ve önemini koruması süreci, uluslararası politika yapımcılar tarafından ortaya konulan girişimlerle düzenli bir şekilde desteklenmiştir (Türkeş ve Kılıç, 2004; Erlat, 2019; Coşkun, 2020, 2022). İklimle ilişkilendirilen bu gelişmeleri kanıtlamaya yönelik çok sayıda, uluslararası girişim yapılmıştır. Bunlar şu şekilde sıralanabilir: 1979'da yapılan Cenevre Dünya İklim Konferansı, 1988 yılında Hükümetler Arası İklim Değişikliği Panelinin (IPCC) kurulması ve 1991'de ilk raporunu yayınlaması. Rio'da 1992 yılında imzaya açılan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin 1994 yılında kabulü, 1995'te Berlin'de ilki yapılan Taraflar Konferansı (COP-1) ve akabinde seri şeklinde gerçekleştirilen 20'den fazla konferans ve bu konferanslarda Kyoto Protokolü. Bali Eylem Planı, Kopenhag Mutabakatı, Cancun Anlaşması ve Yeşil İklim Fonu, azaltım, tavsiye ve ilerleme raporları bu çabaların örneklerindedir. Politik girişimleri takip eden akademik çalışmaların da her geçen gün artması bu konunun dünya gündemindeki yerini koruduğunu göstermektedir.

BM Hükümetlerarası İklim Değişikliği Panelinin (IPCC) düzenli olarak yayınladığı raporlarda iklim değişikliğinin önemine dikkat çeken hususlara yer verilmektedir. Çeşitli mecralarda küresel ısınmanın normal ısınma sürecinin üzerinde gerçekleştiği ve bu durumun ekolojik dengeye zarar vererek tüm canlı yaşamını olumsuz etkileyeceği vurgulanmaktadır. İklim değişikliğinin neden olduğu sorunların tespiti, gelecekteki muhtemel olumsuz etkileri ve çözüme yönelik tahminleri içeren senaryo ve modelleme çalışmalarını da içeren iklim değişikliği politikalarının önemi yukarıda belirtilen nedenlerden dolayı sürekli artmaktadır. Uluslararası siyasi girişimlerle düzenlenen raporlar, BM çatısı altında yapılan toplantı, konferans, protokol ve anlaşmalarla, giderek daha fazla devleti ortak çalışma yapma durumuna getirmiştir. 1992 yılında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS), 1997 yılında Kyoto Protokolü ve

2015 yılında kabul edilen Paris Anlaşması politik çalışmaların kapsamı ve ülkelere yüklediği yükümlülükler açısından en önemlilerindedir. Bu faaliyetler ile konunun sürekli gündemde tutulması, akademik camianın bu konular üzerinde araştırma yapma isteğini de arttırmıştır. Son yıllarda iklim değişikliği politikalarını konu alan araştırmaların giderek arttığı görülmektedir (Türkeş ve Kılıç, 2004; Demir, 2009; Ünlü vd., 2011; İğci, 2015; Altunok ve Altunok, 2016; Savaresi, 2016; Şekercioğlu, 2016; Demircan vd., 2017; İsmail, 2018; Keskin ve Kanat, 2018; Kök, 2018; Erlat, 2019; Öztürk ve Öztürk, 2019; Coşkun, 2020, 2022; Kaya, 2020; Baş ve Partigöç, 2022; Tuğaç, 2022).

İklim değişikliği politikaları konusunda, coğrafya alanındaki uluslararası literatürün incelendiği, konu içeriklerine göre değişik parametrelerle sınıflandırma yapılarak bütüncül bir bakışla değerlendirildiği bir çalışmaya alanyazında rastlanılmaması araştırmayı önemli kılmaktadır. Coğrafi prensipler ışığında insan ve doğal ortama yönelik kendi bakış açısını getiren coğrafyanın, analiz ve problemlere çözüm üretme kabiliyeti doğrultusunda bu konuda da farklı ve özgün araştırmalar ortaya koyacağı öngörülmektedir. Bibliyometrik analiz yönteminin, coğrafya alanında kullanımının oldukça sınırlı olduğu görülmüştür. Bu çalışmalardan bazıları, çeşitli parametrelerle coğrafya dergilerindeki makalelerin analizi veya coğrafya eğitimiyle ilgili analizlerdir. Özel ve diğerleri (2021), İstanbul Üniversitesi "Coğrafya Dergisi" web sitesinden elde edilen makaleleri isim, yazar/yazarlar, makalenin adı, yayımlandığı yıl ve yayımlandığı sayıya göre incelemiştir. Kahraman (2022), Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi'nde yayımlanan makalelerin yıllara, dillere, konu dağılımına, yazar profiline, yazar sayılarına ve en çok atıf alan yazarların analiz edilmesine yönelik bibliyografik analizler üzerine çalışmıştır. Aksoy ve diğerleri (2021) ise coğrafya eğitimiyle ilgili araştırma makaleleri ve akademik yayınların halihazırdaki durumu üzerine çalışma yürütmüştür. Şahin ve Kahraman (2019)'ın İstanbul Üniversitesi Coğrafya lisans bitirme tezlerini bibliyometrik olarak incelemiş ve yapılacak yeni çalışmalara yardımcı olmak üzere bir katalog oluşturmaya çalışmıştır. Yavan ise (2005) ve (2019) tarihli, birbirinin tamamlayıcısı niteliğindeki iki çalışmada, on yıllık bir süreçte coğrafyacıların yayın performansını incelemiştir. Tüm bu

çalışmalarda ortak yöntem bibliyometrik analiz yöntemi olsa da farklı konular incelenmek suretiyle özgünlük sağlanmıştır.

Çalışma, Web of Science (WoS) veri tabanında taranan “makaleler” ile sınırlandırılmıştır. İklim değişikliği politikaları üzerine coğrafya alanında yapılan makaleler arasındaki ilişkilerin, belirlenen parametreler kapsamında incelenmesi ve aralarındaki nicel farklılıkların tespiti, çalışmaların kapsamı, etkileri ve güncel konu seçimi hakkında küresel bir bakış açısı ortaya koymak çalışmanın amacını oluşturmaktadır. Bu kapsamda belirlenen parametrelere göre aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır;

- Toplam yayın içinde coğrafyanın yeri nedir? Yayınların yıllara dağılımı nasıldır?
- Yayınların öne çıkanlarının dergi, kurum ve ülkelere göre sayıları ve aldıkları atıflar nasıldır?
- Çalışmaya göre en çok atıf alan makaleler hangileridir?
- Çalışmadaki öne çıkan yazarların yayın ve atıf sayısı nasıldır?
- Çalışmaya göre ortak atıf, kurumsal ortaklık ve ülke bazlı iş birliklerinde yayın sayısı ve atıf açısından durum nedir?
- Yayınlarda en çok kullanılan anahtar kelime kullanım durum nedir?

Literatürden üretilen istatistiki çok sayıda veri, düzenli verilere dönüştürülüp, görsel unsurlarla desteklenerek araştırmanın daha anlaşılır olmasına çalışılmıştır.

1. Materyal ve Yöntem

Çalışmanın materyalini; Web of Science (WoS) veri tabanından temin edilen veriler ve bu verilerin işlendiği, analizlerin gerçekleştirildiği VOSviewer Programı (VOS) oluşturmaktadır. Çalışmada kullanılan veriler, 11 Ocak 2023 tarihi baz alınarak yapılan taramada tespit edilen Web of Science (WoS) veri tabanından elde edilmiştir. Veri tabanında Climate Change Policies (İklim Değişikliği Politikaları) anahtar kelimesi kullanılmış ve Topic (Konu) ayarı seçilerek (başlık, özet, anahtar kelimeler) tarama yapılmıştır. Yapılan tarama, araştırmanın odağını oluşturacak olan Web of Science kategorilerinden Geography (Coğrafya) ve Physical Geography (Fiziki Coğrafya) alanlarının her ikisinde de Article (Makale) filtresi

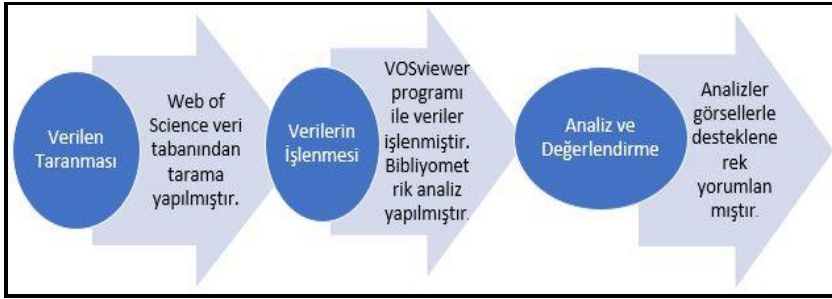
uygulanarak daraltılmıştır. Elde edilen verilerin, VOSviewer Programında bibliyometrik analiz yöntemi ile analizi yapılmıştır.

Bibliyometrik analiz yöntemi, farklı kaynaklarda yayınlanmış olan bilimsel araştırmaların belirli parametrelerle bir arada değerlendirilmesine olanak tanıyan nicel bir yöntemdir. İncelenen çalışmaların aynı veya farklı alanda yapılmış olmasına bakılmaksızın, ortak kavram ve anahtar kelimeler ile ilişkilendirilmesine imkân sağlamaktadır. Araştırılan alanda daha önce yapılmış çalışmaları tarihsel olarak derleyip, sonuçları hakkında değerlendirme yapılmasını da kolaylaştıran çağdaş bir yöntemdir. Bu yöntem ile elde edilen çok sayıda ham veriyi tasnif ederek, istatistiksel olarak gerçekçi sonuçlar üretmek mümkündür. Çok sayıda akademik çalışmanın bir arada değerlendirilebilmesine imkân vermesi, farklı bakış açılarının gelişmesine katkı sağlamaktadır (Roig-Tierno vd., 2017; Yeksan vd., 2019; Polat vd., 2019; Donthu vd., 2021; Kılınç, 2022).

Veri tabanı olarak Web of Science seçilmesinin nedenlerine bakıldığında, tek bir kaynaktan çok miktarda bilimsel kaynağa ulaşılabilmesi ve bu kaynakların çeşitli kategoriler yoluyla düzenlenmesine fırsatlar sunması başta gelmektedir. Ayrıca sunulan, analitik karar verme ve yapay zekâ sistemi ile verilerin işlenmesinde avantajlar sağlamaktadır. Araştırmanın güncelliği için verilerin güncelliği oldukça önemlidir. WOS veri tabanları araştırmacılara güncel yayınları sunarak daha niteliksel araştırmalara katkı sunmaktadır. Birçok farklı konu üzerinde büyük bir veri kaynağı durumundadır. Bu veri tabanlarının en önemli özelliklerinden birisi de disiplinler arası kapsamı, tüm makale türlerini bünyesinde bulundurması ve indekslemesidir (Mongeon ve Paul-Hus, 2016; Nebioğlu, 2019; Karagöz ve Şeref, 2020).

Çalışmanın bibliyometrik analizini yapabilmek, parametreler arasındaki bağlantıları kurmak ve görsel sonuçlar elde edebilmek için VOSviewer yazılımından yararlanılmıştır. VOSviewer programı, akademik yayınları çeşitli kavramlar yoluyla işleyerek ortaya çıkan analizleri haritalama yapar. Program aynı zamanda metin madenciliği işlevini de yerine getirmektedir (Van Eck ve Waltman, 2011; Artsın, 2020; Arslan, 2022; Karadayı, 2022). Çalışmaya dahil edilen makalelerin analizleri; toplam yayın içinde coğrafyanın yeri ve yayınların yıllara göre dağılımı, en çok yayın yapan ve atıf alan dergiler, kurumlar, ülkeler, en çok atıf alan makaleler, yazarlar ve

ortak yazarlık, kurum, ülke bazlı iş birlikleri ile ortak anahtar kelime kullanımı olmak üzere sekiz kategoride yapılmıştır. Kategorilerin öne çıkan önemli hususlarını sunmak adına; en çok atıf alan makalelerin ilk 10'u ile diğer kategorilerin ilk 20'sinin analizi verilmiştir. Çalışmada kullanılan veriler VOSviewer programında işlenerek bibliyometrik analizi yapılmış ve sınıflandırmaları tablo ve şekiller ile ifade edilmiştir. Çalışmanın süreci Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1: Araştırmanın Süreci.

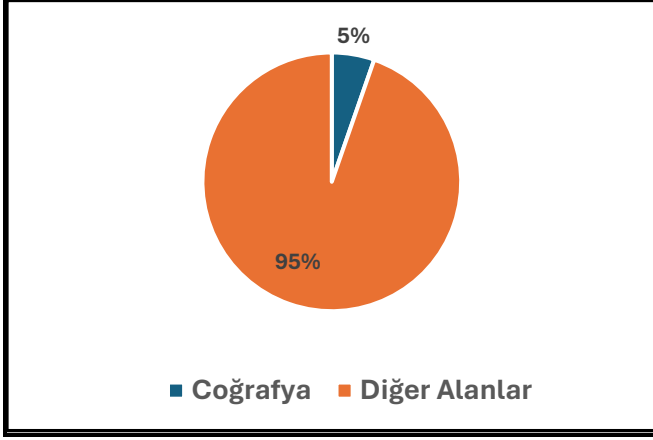
2. Bulgular

İklim değişikliği politikaları konusunda yapılan uluslararası çalışmalar Web of Science veri tabanından taranmış ve bu içeriğe uygun olarak 48.326 araştırmayla karşılaşılmıştır. Bu sayı tüm bilimsel alanların yer aldığı bir veridir. Araştırmanın odak noktasını oluşturan, Web of Science'ın kategori başlıklarında coğrafya ile ilgili var olan “Coğrafya” ve “Fiziki Coğrafya” alanının her ikisinde yapılan araştırmaların filtrenmesiyle 2.718 adet araştırma tespit edilmiştir. Analizin sonuçları aşağıda bulgular şeklinde verilmiştir.

2.1. Toplam Yayın İçinde Coğrafyanın Yeri ve Yayınların Yıllara Göre Dağılım Analizi

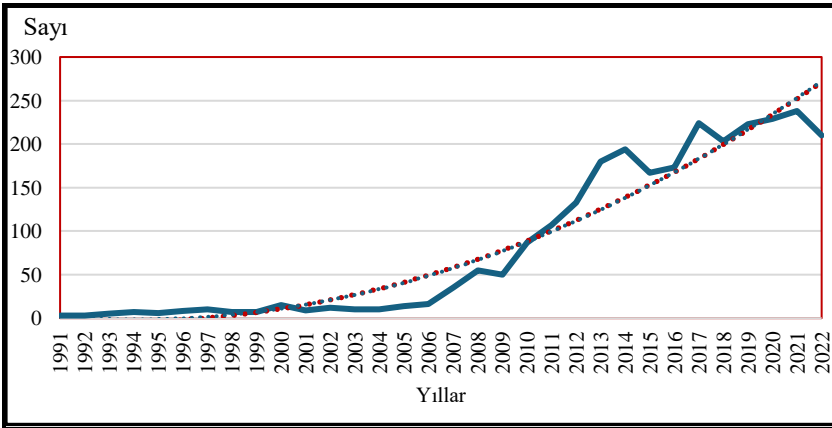
Analize dahil olan çalışmalar içinde, coğrafya ile ilgili olan araştırmaların oranı %5,6 ile düşük bir paya sahiptir. Disiplinler arası olarak Çevre Bilimleri, Ekonomi, Yeşil Sürdürülebilir Teknoloji, Meteoroloji Bilimleri, Enerji Yakıtları, Su Kaynakları, Ekoloji, çalışmaların yaklaşık %60'tan fazlasını kapsamaktadır. Coğrafyadan daha az oranla çalışma yapılan

alanlardan bazılarına; Mühendislik, Politika Bilimi, Bölgesel Şehir Planlaması, İş Sağlığı, Uluslararası İlişkiler, Biyolojik Çeşitliliğin Korunması, Ormancılık, Kentsel Çalışmalar, Tarım, Sosyoloji ve Ulaşım örnek olarak verilebilir (Şekil 2).



Şekil 2: Bilim Alanları İçerisinde Coğrafyanın Yeri.

Dünyanın farklı bölgelerinden araştırmalar analiz kapsamına dahil edilmesine rağmen yayın dili büyük oranda İngilizcedir. Grafiğin dikey eksenini yayın sayısını, yatay eksenini ise yılları göstermektedir. Yayın sayısı genel olarak artış eğiliminde olmakla beraber bazı dönemlerde dalgalanmalar göstermektedir (Şekil 3).



Şekil 3: İklim Değişikliği Konusundaki Yayınların Yıllara Göre Dağılımı.

2005 yılları arasında durgun bir dönem yaşanmış, 2006 yılından sonra ise araştırmalarda ciddi bir artış yaşanmıştır. Yayın sayılarında artışların olduğu yıllarda, iklim değişikliği ile ilgili uluslararası girişimler hız kazanmıştır. Uygulamaya girmesi bu tarihlere denk gelen Kyoto Protokolü bu girişimlerdenidir.

2.2. En Çok Yayın Yapan ve Atıf Alan Dergilerin Analizi

İklim değişikliği politikaları konusunda en çok yayın yapan dergilerin makale, atıf sayısı, atıf/makale oranı ve bunların bağlantı güçlerine yer verilmiştir. Bağlantı gücü ifadesiyle verilerin aralarındaki ilişkinin düzeyi, birbirleriyle olan iş birlikleri, yakınlıklar ve bağlantı gücü anlaşılmaktadır. Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions dergisi açık ara öne çıkmıştır. Yayın sayısında en üretken dergidir. Aynı zamanda listenin ilk üçündeki dergilerin bağlantı güçleri de diğerlerine oranla yüksektir. İlk sırada olan derginin yayın sayısı, sondan 15 derginin yayınladığı makale sayısından daha fazladır. Öne çıkan diğer dergiler Local Environment ve Geoforum dergisidir. Dergilerin yayın sayısı ile atıf sayısını oranladığımızda yayın başına atıf sayısını elde etmekteyiz. Bu durum dergilerin atıf için tercih edilmeleri hakkında fikir vermektedir. Bu açıdan bakıldığında yayın sayısında ilk sıralardaki dergilere, çok daha az yayın sayısı ile yaklaşan dergiler olduğu görülmektedir. En dikkat çekici sonuç ise Environment and Planning A-Economy and Space dergisi 33 yayınlı 2639 atıf alarak, listede ilk sırada olan Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions dergisinin yayın başına atıf sayısı olan 81 oranına yaklaşarak 80'e ulaşmıştır. Bu durum, yayın sayısında aralarında yaklaşık yirmi kat fark bulunan iki dergi açısından Environment and Planning A-Economy and Space dergisindeki konuyla ilgili yayınların atıf için daha çok tercih edilmesiyle ilgili olabilir. Journal of Transport Geography, Journal of Geographical Sciences, Global and Planetary Change, Landscape and Urban Planning dergilerinin de bu anlamda başarılı olduğu söylenebilir. Yine Local Environment, GeoJournal, Environment and Planning E-Nature and Space, Annals of the American Association of Geographers dergilerinin ise yayın başına atıf oranının düşük olduğu görülmekte ve araştırmacılar tarafından daha az tercih edildikleri söylenebilir (Tablo 1).

Tablo 1: En Çok Yayın Yapan Dergilerin Analiz Durumu.

| Sıra | Dergiler | Makale Sayısı | Atıf Sayısı | Atıf/Makale Değeri | Bağlantı Gücü |
|------|---|---------------|-------------|--------------------|---------------|
| 1 | Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions | 638 | 51661 | 81 | 1071 |
| 2 | Local Environment | 142 | 2787 | 20 | 316 |
| 3 | Geoforum | 122 | 3358 | 28 | 354 |
| 4 | Applied Geography | 86 | 3442 | 40 | 140 |
| 5 | Journal of Rural Studies | 66 | 1347 | 20 | 78 |
| 6 | Landscape and Urban Planning | 66 | 2737 | 41 | 58 |
| 7 | Geojournal | 63 | 489 | 8 | 61 |
| 8 | Geographical Journal | 47 | 1443 | 31 | 116 |
| 9 | Journal of Coastal Research | 47 | 1615 | 34 | 35 |
| 10 | Landscape Ecology | 44 | 1454 | 33 | 26 |
| 11 | Global and Planetary Change | 42 | 1750 | 42 | 25 |
| 12 | Mountain Research and Development | 42 | 756 | 18 | 19 |
| 13 | Environment and Planning C-Politics and Space | 39 | 580 | 15 | 88 |
| 14 | Environment and Planning E-Nature and Space | 37 | 152 | 4 | 103 |
| 15 | Journal of Geographical Sciences | 36 | 1643 | 46 | 11 |
| 16 | Journal of Transport Geography | 35 | 1870 | 53 | 38 |
| 17 | Arctic | 33 | 1232 | 37 | 60 |
| 18 | Environment and Planning A-Economy and Space | 33 | 2639 | 80 | 165 |
| 19 | European Planning Studies | 32 | 706 | 22 | 56 |
| 20 | Annals of the American Association of Geographers | 30 | 303 | 10 | 65 |

Araştırmada, yayınlara yapılan atıfların sayısına göre en çok atıf alan dergiler listelenmiştir. Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions dergisi kendisini takip eden Applied Geography dergisinden çok daha fazla atıf alarak hem yayında hem de atıfta ilk sırada yer almıştır. Sonraki

gelen dergiler ise Geoforum, Local Environment, Landscape and Urban Planning, Environment and Planning A-Economy and Space'dir. Burada dikkat çeken bir husus ise Applied Geography, Landscape and Urban Planning, Environment and Planning A-Economy and Space dergilerinin yayın sayıları az olmasına rağmen aldıkları atıf sayısı fazladır. Bu durum adı geçen dergilerin araştırmacılar tarafından daha çok tercih edildiğini göstermektedir (Tablo 2).

Tablo 2: En Çok Atıf alan Dergilerin Analiz Durumu.

| Sıra | Dergiler | Makale Sayısı | Atıf Sayısı | Bağlantı Gücü |
|------|---|---------------|-------------|---------------|
| 1 | Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions | 638 | 51661 | 1071 |
| 2 | Applied Geography | 86 | 3442 | 140 |
| 3 | Geoforum | 122 | 3358 | 354 |
| 4 | Local Environment | 142 | 2787 | 316 |
| 5 | Landscape and Urban Planning | 66 | 2737 | 58 |
| 6 | Environment and Planning A-Economy and Space | 33 | 2639 | 165 |
| 7 | Journal of Transport Geography | 35 | 1870 | 38 |
| 8 | Global and Planetary Change | 42 | 1750 | 25 |
| 9 | Journal of Biogeography | 18 | 1685 | 6 |
| 10 | Transactions of The Institute of British Geographers | 23 | 1644 | 137 |
| 11 | Journal of Geographical Sciences | 36 | 1643 | 11 |
| 12 | Annals of The Association of American Geographers | 20 | 1632 | 91 |
| 13 | Journal of Coastal Research | 47 | 1615 | 35 |
| 14 | Landscape Ecology | 44 | 1454 | 26 |
| 15 | Geographical Journal | 47 | 1443 | 116 |
| 16 | Journal of Rural Studies | 66 | 1347 | 78 |
| 17 | Arctic | 33 | 1232 | 60 |
| 18 | Global Ecology and Biogeography | 19 | 1192 | 13 |
| 19 | Progress in Physical Geography-Earth and Environment | 16 | 1029 | 35 |
| 20 | Progress in Human Geography | 11 | 811 | 95 |

2.3. En Çok Yayın Yapan ve Atıf Alan Kurumların Analizi

Bu analizde yayın ve atıf sayısı açısından kurumlar ele alınmıştır. Chinese Acad Sci yayın sayısında ilk sırada olmasına rağmen atıf sayısında 6. sıradadır. Yayın sayısı anlamında ilk 5 içinde bulunan Oxford University, Utrecht University, East Anglia University ise atıf sıralamasında yerini korumaktadır. Yayın sayısında Exeter University 5., Melbourne University 6. sırayı almalarına rağmen atıf sayısında aynı başarıyı gösterememiştir. Bu iki kurumdan yalnızca Exeter University ilk 20 kurum arasına girebilmiştir. Burada dikkat çeken diğer kurumlar ise yayın sayısında 4. sırada yer alan East Anglia University'in atıf sayısında birinci olması, Pbl Netherlands Environmental Assessment Agency, Potsdam Institute for Climate Impact Research ve International Institute for Applied Systems Analysis'in ise atıf sayısında ilk on arasında bulunmalarına karşın yayın sayısı açısından ilk 20 kurum arasında olmamalarıdır. Bu kurumlar daha az yayın yapmalarına karşın, atıf için daha fazla tercih edilmişlerdir (Tablo 3).

Tablo 3: En Çok Yayın Yapan ve Atıf Alan Kurumlar.

| Sıra | Yayın Yapan Kurumlar | Makale Sayısı | Atıf Alan Kurumlar | Atıf Sayısı |
|------|-----------------------|---------------|---|-------------|
| 1 | Chinese Acad Sci | 82 | Univ E Anglia | 7706 |
| 2 | Univ Oxford | 73 | Univ Oxford | 4694 |
| 3 | Univ Utrecht | 57 | Univ Utrecht | 4129 |
| 4 | Univ East Anglia | 46 | Pbl Netherlands Environmental Assessment Agency | 3810 |
| 5 | Univ Exeter | 44 | Potsdam Inst Climate Impact Res | 3573 |
| 6 | Univ Melbourne | 42 | Chinese Acad Sci | 3507 |
| 7 | Vrije Univ Amsterdam | 42 | Int Inst Appl Syst Anal | 3229 |
| 8 | UCL | 40 | Arizona State Univ | 3164 |
| 9 | Univ Manchester | 35 | UCL | 2745 |
| 10 | Univ British Columbia | 34 | Columbia Univ | 2661 |
| 11 | Univ Durham | 34 | Univ Southampton | 2556 |
| 12 | Univ Leeds | 34 | Univ Washington | 2494 |
| 13 | Univ Queensland | 34 | Univ Exeter | 2473 |
| 14 | Arizona State Univ | 33 | Vrije Univ Amsterdam | 2252 |
| 15 | Cardiff Univ | 31 | Humboldt Univ | 2125 |
| 16 | Univ Cambridge | 31 | Cardiff Univ | 2110 |
| 17 | Australian Natl Univ | 29 | Univ Leeds | 2105 |
| 18 | Univ Chinese Acad Sci | 29 | Univ Durham | 2083 |
| 19 | Wageningen Univ | 29 | Wageningen Univ | 2079 |
| 20 | Lund Univ | 27 | Univ Michigan | 2062 |

2.4. En Çok Yayın Yapan ve Atıf Alan Ülkeler Analizi

İklim değişikliği politikasını konu alan yayınların ülkeler açısından durumuna göre; Amerika Birleşik Devletleri (USA), İngiltere (England), Avustralya (Australia), Hollanda (Netherlands) ve Çin (China) önde gelen ülkeler olduğu görülmektedir. Yayın sayılarının, atıf sayılarının ele alındığı bölüm ile büyük oranda örtüştüğü tespit edilmiştir. Güney Afrika (South Africa), Brezilya (Brazil) ve Yeni Zelanda (New Zealand)'nın yayın sayısında

ilk 20 ülke arasında olmalarına karşın, atıf sayıları bakımından listeye girememişlerdir (Tablo 4).

Tablo 4: En Çok Yayın Yapan ve Atıf Alan Ülkeler.

| Sıra | Yayın Yapan Ülke | Makale Sayısı | Atıf Alan Ülke | Atıf Sayısı |
|------|------------------|---------------|-----------------|-------------|
| 1 | USA | 671 | England | 33663 |
| 2 | England | 568 | USA | 32709 |
| 3 | Australia | 337 | Netherlands | 13177 |
| 4 | Netherlands | 211 | Germany | 12928 |
| 5 | Peoples R China | 209 | Australia | 11470 |
| 6 | Canada | 203 | Canada | 8665 |
| 7 | Germany | 203 | Peoples R China | 6885 |
| 8 | Sweden | 138 | Sweden | 5996 |
| 9 | Norway | 110 | France | 5394 |
| 10 | Spain | 99 | Norway | 5252 |
| 11 | France | 97 | Austria | 5104 |
| 12 | Scotland | 86 | Italy | 4027 |
| 13 | Italy | 84 | Scotland | 3629 |
| 14 | Switzerland | 75 | Switzerland | 3600 |
| 15 | Austria | 63 | Spain | 3096 |
| 16 | South Africa | 55 | Japan | 2760 |
| 17 | India | 55 | Wales | 2516 |
| 18 | Brazil | 52 | Denmark | 2072 |
| 19 | New Zealand | 52 | Finland | 1784 |
| 20 | Finland | 50 | India | 1687 |

2.5. En Çok Atıf Alan Makaleler Analizi

Çalışma kapsamında taranan makaleler arasında en çok atıf alanlardan, William Neil Adger, Keywan Riahi, Elmar Kriegler, Brian C. O'Neill gibi yazarların birden fazla yayını bulunmaktadır. Yayın ve atıf sayısı anlamında ilk sırada olan Detlef Van Vuuren, bu listede ortak yazarlı bir yayınlı beşinci sırada yer almaktadır.

Listenin ilk iki sırasını Adger'in yayınları almıştır. 2005 yılında yayınlanan Adger vd. 'nin çalışması 1590 atıf almıştır. Konusu "Successful adaptation to climate change across scales" dir. Aynı yazarın ikinci sıradaki

yayını ve dokuzuncu sıradaki, 2017 yılında yayınlanan O'Neill vd. 'nin yayını bağlantı gücünün 10'un üzerinde olduğu görülmektedir. Bu durum yayınların arasındaki atıf ilişkilerinin fazla olduğunu göstermektedir. Beşinci sıradaki, 2017 yılında yayınlanan Riahi vd. 'nin yayını 1152, yedinci sıradaki, 2014 yılında yayınlanan Jiyuan Liu vd. 'nin yayını 1035, 2017 yılında yayınlanan O'Neill vd. 'nin yayını ise; 967 atıf olarak daha kısa bir süre diliminde ön sıradaki yayınlara yakın atıflar almışlardır. İlk iki yayın ile aralarındaki zaman farkının 10 yılı aşmasına rağmen, atıf almada diğerlerinden daha çok tercih edilmişlerdir. Yayınların konularına bakıldığında gerek anahtar kelime kullanımları gerekse konuyu ele alışları bakımından, çalışmanın ulaşmak istediği konu kapsamına uymaktadır. Yayınlarda daha çok; iklim değişikliğine uyum, küresel çevresel değişim, sosyal değişim, planlama, kapasite, kaynak yönetimi, enerji, arazi kullanımı, kırılabilirlikler, sosyo ekonomik meseleler, sera gazı emisyonları, kolektif eylem gibi temalar işlenmiştir (Adger, 2003; Adger, vd., 2005; Füssel, 2007; Liu, vd., 2014; O'Neill, vd., 2017; Ostrom, 2010; Pahl-Wostl, 2009; Riahi, vd., 2017; Shove, 2010; Small ve Nicholls, 2003). (Tablo 5).

Tablo 5: En Çok Atıf Alan Makaleler.

| Sıra | Makale Başlığı | Atıf Sayısı | Bağlantı Gücü |
|------|--|-------------|---------------|
| 1 | Adger, W. N., Arnell, N. W. ve Tompkins, E. L. (2005). Successful adaptation to climate change across scales. <i>Global environmental change</i> , 15(2), 77-86. | 1590 | 12 |
| 2 | Adger, W. N. (2003). Social aspects of adaptive capacity. In <i>Climate change, adaptive capacity and development</i> (pp. 29-49). | 1336 | 10 |
| 3 | Shove, E. (2010). Beyond the ABC: climate change policy and theories of social change. <i>Environment and planning A</i> , 42(6), 1273-1285. | 1259 | 3 |
| 4 | Pahl-Wostl, C. (2009). A conceptual framework for analysing adaptive capacity and multi-level learning processes in resource governance regimes. <i>Global environmental change</i> , 19(3), 354-365. | 1184 | 5 |
| 5 | Riahi, K., Van Vuuren, D. P., Kriegler, E., Edmonds, J., O'Neill, B. C., Fujimori, S., ...and Tavoni, M. (2017). The shared socioeconomic pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: an overview. <i>Global environmental change</i> , 42, 153-168. | 1152 | 5 |
| 6 | Ostrom, E. (2010). Polycentric systems for coping with collective action and global environmental change. <i>Global Environmental Change</i> , 20, 550-557. | 1151 | 6 |
| 7 | Liu, J., Kuang, W., Zhang, Z., Xu, X., Qin, Y., Ning, J., ... ve Chi, W. (2014). Spatiotemporal characteristics, patterns, and causes of land-use changes in China since the late 1980s. <i>Journal of Geographical sciences</i> , 24(2), 195-210. | 1035 | 0 |
| 8 | Small, C., ve Nicholls, R. J. (2003). A global analysis of human settlement in coastal zones. <i>Journal of coastal research</i> , 584-599. | 969 | 2 |
| 9 | O'Neill, B. C., Kriegler, E., Ebi, K. L., Kemp-Benedict, E., Riahi, K., Rothman, D. S., ... ve Solecki, W. (2017). The roads ahead: Narratives for shared socioeconomic pathways describing world futures in the 21st century. <i>Global environmental change</i> , 42, 169-180. | 967 | 11 |
| 10 | Füssel, H. M. (2007). Vulnerability: A generally applicable conceptual framework for climate change research. <i>Global environmental change</i> , 17(2), 155-167. | 869 | 3 |

2.6. En Çok Yayın Yapan ve Atıf Alan Yazar Analizi

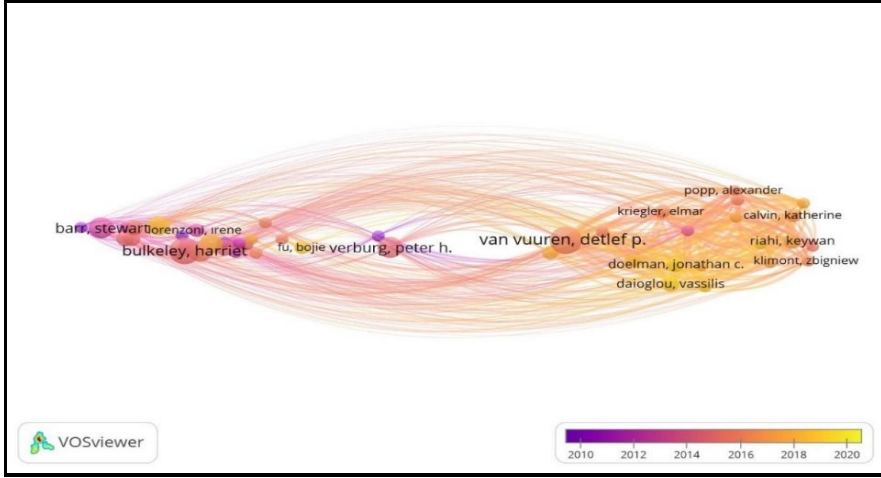
Yazarlar bazında, en fazla yayın yapan ve atıf alanlar arasında; Detlef Van Vuuren, Harriet Bulkeley, Stewart Barr, Peter H. Verburg, Vanesa Castan Broto ve Alex Y. Lo'nun 10'dan fazla yayını vardır. Belirtilen yazarlar atıf sayılarında ise yerlerini koruyamamışlardır. Listede sadece Van Vuuren ve Bulkeley 'in olduğu görülmektedir. Diğer yazarlar yer almamaktadır. Atıf sayısında Elmar Kriegler, Keywan Riahi, Katherine Calvin, Jonathan C. Doelman, Elke Stehfest öne çıkmışlardır (Tablo 6).

Tablo 6: En Çok Yayın Yapan ve Atıf Alan Yazarlar.

| Sıra | Yazar | Makale Sayısı | Yazar | Atıf Sayısı |
|------|-----------------------|---------------|-----------------------|-------------|
| 1 | Van Vuuren, Detlef P. | 17 | Van Vuuren, Detlef P. | 3666 |
| 2 | Bulkeley, Harriet | 16 | Kriegler, Elmar | 2811 |
| 3 | Barr, Stewart | 11 | Riahi, Keywan | 2747 |
| 4 | Verburg, Peter H. | 11 | Calvin, Katherine | 1822 |
| 5 | Broto, Vanesa Castan | 10 | Bulkeley, Harriet | 1774 |
| 6 | Lo, Alex Y. | 10 | Doelman, Jonathan C. | 1752 |
| 7 | Sovacool, Benjamin K | 9 | Stehfest, Elke | 1673 |
| 8 | Juhola, Sirkku | 8 | Broto, Vanesa Castan | 1364 |
| 9 | Boyd, Emily | 7 | Verburg, Peter H. | 930 |
| 10 | Head, Lesley | 7 | Daioglou, Vassilis | 769 |
| 11 | Shaw, Rajib | 7 | Whitmarsh, Lorraine | 726 |
| 12 | Whitmarsh, Lorraine | 7 | Barr, Stewart | 681 |
| 13 | Bailey, Ian | 6 | Lucas, Paul L. | 600 |
| 14 | Bardsley, Douglas K. | 6 | Hulme, Mike | 565 |
| 15 | Barnett, Jon | 6 | Boyd, Emily | 416 |
| 16 | Daioglou, Vassilis | 6 | Lorenzoni, Irene | 401 |
| 17 | Doelman, Jonathan C. | 6 | Mahony, Martin | 379 |
| 18 | Farbotko, Carol | 6 | Lo, Alex Y. | 335 |
| 19 | Hulme, Mike | 6 | Fu, Bojie | 291 |
| 20 | Kelman, Ilan | 6 | Sovacool, Benjamin K. | 274 |

2.7. Ortak Yazar, Ortak Kurum ve Ülke Bazlı İş Birliklerinin Analiz Durumu

Uluslararası yayınların yazar, kurum ve ülkeler anlamında iş birliği ilişkilerinin güçlü olduğu görülmektedir. Bu iş birlikleri bölgesel veya kurumsal anlamda değişmekle beraber genel anlamda ortak çalışma veya atıf yapma hususlarında birliktelikler tespit edilmiştir. Yazarların birbirleriyle olan ilişki ağı analizi aşağıdaki Şekil 4'te gösterilmiştir.



Şekil 4: Ortak Yazar İlişki Ağı.

İlişki ağı, iş birliği anlamında bağlantıyı ifade etmektedir. İlişkilerin yoğunluğu, iklim değişikliği politikalarını konu alan yayınlarda değişik yazar gruplarınca daha fazla iş birliği içinde bulunduğunu göstermektedir. İlişki ağında da görüleceği üzere uluslararası yayınların birbirleri ile atıf anlamında sıkı şekilde ilişkide olduğu görülmektedir. İlişki ağına göre; Detlef Van Vuuren, Peter H. Verburg, Harriet Bulkeley ve Steward Barr etrafında iş birliğinde bir yoğunlaşma görülmektedir. Son dönemde Elmar Kriegler, Jonathan Doelman, Vassilis Daioglou, Keywan Rihai, Katherina Calvin arasındaki kümelenme olmuştur. Adı geçen yazarların en fazla atıf alan yazarlar grubunda da yer aldıkları görülmektedir. Kurumlar arasındaki ortak yazarlık iş birliği ilişki ağı Şekil 5'te gösterilmiştir.

Analizde koyudan açık renge doğru bir tarihsel durum verilmektedir. En yoğun olan renk grupları, en fazla ortak yazarlı yayınların yapıldığı ülkelerin ilişkilerini ifade etmektedir. Şekil 6'ya göre en fazla ortak yazarlı yayınlar İngiltere, Amerika ve Kanada'da yayımlanmıştır. Daha sonra bu ülkeleri Hollanda, Almanya, İskoçya, Fransa, Norveç, İsveç ve Avustralya takip etmiştir. Çin, İspanya, İtalya, Yeni Zelanda, Brezilya, Portekiz, Hindistan, Singapur, Pakistan, Gana ve Romanya vd. arasında son yıllarda artan bir iş birliği görülmektedir.

2.8. Ortak Anahtar Kelime Kullanımı Analizi

Çalışmalarda en çok kullanılan anahtar kelimelerin ortak tekrarlanmasından yola çıkılarak; iklim değişikliği konusundaki yayınlarda geçen ortak kelimelerin alanyazında bu konuda en çok kullanılan ve karşılaşılan kelimeler olduğu görülecektir. Literatürü de oluşturan bu kelimeler aynı zamanda çalışmaların ne yönde evrildiğini, güncel konu seçimini ve politik gündemi de yansıtmaktadır. Ancak; kamuoyunda çokça kullanılan küresel ısınma (global warming) kavramının en çok kullanılan ilk 20'de olmaması dikkat çekmektedir. Bu kelime en çok kullanılan kelimeler arasında yetmişyedinci sırada yer almıştır.

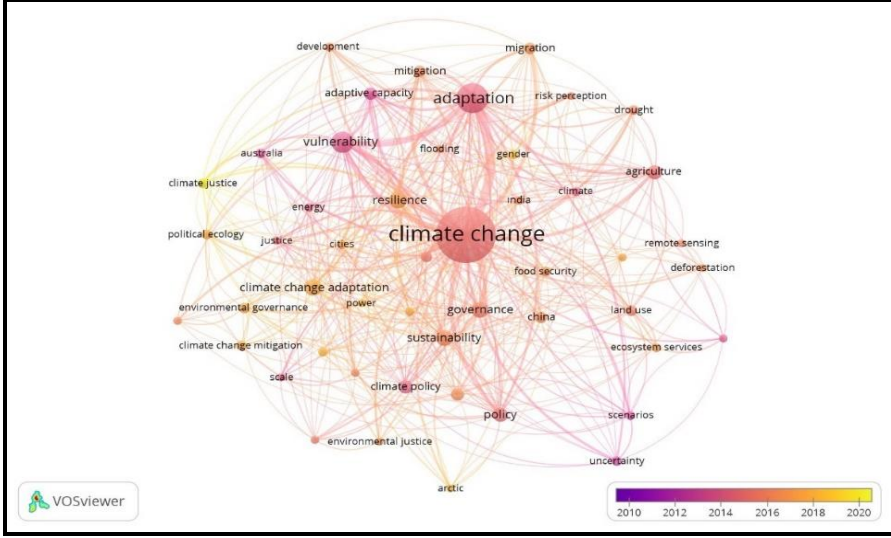
En çok kullanılan ilk 10 kelimenin iklim değişikliği (climate change), uyum (adaptation), kırılganlık (vulnerability), iklim değişikliğine uyum (climate change adaptation), dayanıklılık (resilience), sürdürülebilirlik (sustainability), yönetim (governance), politika (policy), tarım (agriculture) ve iklim politikası (climate policy) olduğu görülmektedir. Yukarıda belirtilen anahtar kelimeler, ilgili yayınların başlıklarında da çoğunlukla yer alarak, çalışmayı temsil etmektedir. Kelimelerin bütününe bakıldığında iklim politikalarına yaklaşımların ortaya konduğu politik görüş ve çalışmalarını yansıttığı kanaati oluşmaktadır. Uluslararası siyaset ve sivil kuruluşlarca hazırlanan ve sunulan rapor, eylem planları ve senaryoları içeren modellemelerde bu kelime gruplarını sıklıkla görmekteyiz. İklim değişikliğinin sebepleri, bölgesel araştırmalar, çeşitli sosyal ve ekonomik alanlardaki etkileri, değişikliklere karşı alınması gereken uzun vadeli önlemler, planlamalar kırılganlıklar ve sürdürülebilirlik vb. ekseninde bir konu seçimi ağırlığı olduğu anlaşılmaktadır (Tablo 7).

Tablo 7: En Çok Kullanılan Anahtar Kelimeler.

| Sıra | Ortak Kelime | Sayı |
|------|--|------|
| 1 | İklim değişikliği (climate change) | 789 |
| 2 | Uyum (adaptation) | 245 |
| 3 | Kırılganlık (vulnerability) | 130 |
| 4 | İklim değişikliğine uyum (climate change adaptation) | 85 |
| 5 | Dayanıklılık (resilience) | 82 |
| 6 | Sürdürülebilirlik (sustainability) | 81 |
| 7 | Yönetim (governance) | 76 |
| 8 | Politika (policy) | 65 |
| 9 | Tarım (agriculture) | 64 |
| 10 | İklim politikası (climate policy) | 56 |
| 11 | Sürdürülebilir kalkınma (sustainable development) | 49 |
| 12 | Uyum kapasitesi (adaptive capacity) | 47 |
| 13 | Azaltma (mitigation) | 42 |
| 14 | Göç (migration) | 42 |
| 15 | Çin (China) | 41 |
| 16 | Arazi kullanımı (land use) | 37 |
| 17 | Çevre yönetimi (environmental governance) | 37 |
| 18 | Risk (risk) | 36 |
| 19 | Avustralya (Australia) | 34 |
| 20 | İklim adaleti (Climate justice) | 33 |

Ortak anahtar kelime kullanımı ilişki ağının gösterildiği Şekil 7 aşağıda verilmiştir. Anahtar kelime ilişki ağı incelendiğinde iklim değişikliği, uyum ve kırılganlık, iklim politikası (climate policy), uyarlanabilir kapasite (adaptive capacity), sürdürülebilirlik (sustainability), tarım (agriculture), yönetim (governance) kelimeleri en yoğun kümesi olarak görülmektedir. Göç (migration), sel (flooding), azaltım (mitigation), politika (policy), gıda güvenliği (food security), dayanıklılık (resilience), kelimelerinin yoğun kullanımı konunun iklim değişikliğinin etkilerine yönelik çalışmaların da önemli yer teşkil etmesiyle açıklanabilir. Yine; iklime uyum (climate adaptation), arazi kullanım (land use), güç (power), kentleşme (urbanization), ekosistem (ecosystem), şehirler (cities), çevresel adalet (environmental

justice), kuraklık (drought), ormansızlaşma (deforestation), politik ekoloji (political ecology), kutupsal (arctic), iklim adaleti (climate justice) gibi kelimeler de son dönem trend konularını ifade etmektedir. Araştırmaların ortak kelime seçiminden, temel olarak hangi konularda yoğunlaşma olduğu da anlaşılmaktadır.



Şekil 7: Ortak Anahtar Kelimelerin İlişki Ağı.

3. Sonuç ve Tartışma

Geçen yüzyılda yaşanan hızlı sanayileşme, kentleşme ve nüfus artışı nedeniyle ortaya çıkan enerji ihtiyacı daha çok fosil yakıtların kullanılmasıyla giderilmiştir. Bu tüketim faktörü dünyanın ortalama ve ekstrem sıcaklık değerlerinde hızlı bir değişime yol açmıştır. Değişen iklim koşullarının doğal ve beşerî kaynaklardan nasıl etkilendiği ve bunların ortaya çıkan etkileri halen tartışılmaktadır. Hâkim anlayışa göre; iklim değişikliği başta “Küresel Isınma” kavramı ile ifade edilmiş, daha sonra iklim değişikliği vurgusu öne çıkarılmıştır. İklim değişikliği politikaları bu noktada önem kazanmış ve kamusal yönetimler veya sivil kuruluşlarca iklim değişikliğine yönelik tüm girişimler bu kapsamda değerlendirilmektedir.

“İklim değişikliği politikaları” kavramı, politik ve akademik girişimlerle yavaş yavaş gündeme dahil edilmiştir ve gündemdeki yerini halen

korumaktadır. 2005'te Kyoto Protokolü'nün ve 2016'da Paris İklim Anlaşması'nın yürürlüğe girmesiyle siyasi süreci yasallaştıran uluslararası yaklaşımlar başlamıştır. Paris İklim Anlaşması ile politikaların etkisi daha öne çıkmış ve artık tüm devletler sürece dahil edilmiştir. Emisyon azaltımı, uyum programları, temiz enerji, iklim eylem planları, eko kentler, karbon nötr, karbon ve su ayak izi, kentsel dayanıklılık, elektrikli ulaşım araçları gibi üzerinde çalışma yapılan pek çok yeni konu uluslararası gündemin bir parçası haline gelmiştir. İklim değişikliğine karşı politika geliştirmeye yönelik girişimlerin belki de en planlı ve süreklisi olan Taraflar Konferansı'nın sonuncusu (COP-27) Mısır'ın Şarm el-Şeyh şehrinde 6 Kasım 2022 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Yapılan akademik tartışmalara bakıldığında, iklim değişikliğinin çoğunlukla antropojen etkiye dayandığı görüşü öne çıkarılmaktadır. Bu konuda temel dayanak noktasını farklı ülkelerden bilim insanları ve politika yapıcıların katkılarıyla hazırlanan, IPCC'nin yedincisini 2021 yılında yayınladığı değerlendirme raporları oluşturmaktadır. Bu raporlarda iklim değişikliğinin ortaya çıkardığı yeni koşulların olumsuz etkileri (hidrolojik döngünün değişmesi, kara ve deniz buzullarının erimesi, deniz seviyesinin yükselmesi, sıcak hava dalgalarının artması, ısı adalarının oluşması, ekstrem yağışların ve taşkınların yaşanması, kuraklık şiddetindeki artış vb. afet durumları), uluslararası ve bölgesel iklim istatistikleri, azaltım ve uyuma yönelik veriler ile geleceğe yönelik senaryolara dayanan modellemeler bulunmaktadır. Değerlendirme raporları aynı zamanda bilimsel çalışmalarda referans alınmaktadır. (Türkeş, 2001, 2008; Sağlam vd., 2008; Altunok ve Altunok, 2016; Savaresi, 2016; Şekercioğlu, 2016; İsmail, 2018; Erlat, 2019; Öztürk ve Öztürk, 2019; Coşkun, 2020; Kaya, 2020; Tuğaç, 2022). İklim değişikliğine karşı ülkelerin ve kurumların geliştirdiği politikaların bilimsel çalışmalara yansdığı, özellikle 2005 ve sonrasında yapılan yayınlarda bu konuya artan bir eğilim olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmanın konusunu; uluslararası literatürde yayınlanmış "İklim değişikliği politikaları" temalı coğrafi araştırmaları tespit etmek ve bu araştırmaların bibliyometrik analiz ile değerlendirilmesi oluşturmuştur. Coğrafya alanında bibliyometrik analiz yöntemi ile yapılmış farklı çalışmalar tespit edilmiş ancak iklim değişikliği politikaları konusunda yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bibliyometrik araştırmalar mevcut literatür

taranıp elde edilen verilerin düzenlenmesiyle oluşturulmaktadır. Ortak konu veya kavramlardan yola çıkarak çalışmalar arasındaki ilişkilerden anlamlı sonuçlar elde edilmeye çalışılmaktadır. Bu çalışmada Web of Science veri tabanından elde edilen verilerin sınıflandırması yapılmış, VOSviewer programında işlenerek bibliyometrik analizleri yapılmıştır. Öncelikle, “iklim değişikliği politikaları” temalı tüm makaleler tespit edilmiştir. Bu makalelerden coğrafya alanında yapılanlar (2.718 makale) belirlenmiş ve çalışma bu makaleler ile sürdürülmüştür. Coğrafya alanında, iklim değişikliği politikalarını konu edinen çalışmaların oranının %5,6 gibi düşük bir düzeyde olduğu belirlenmiştir. İklim değişikliği ve beraberinde ortaya çıkan/çıkabilecek problemlere yönelik coğrafi yaklaşımların geliştirilebilmesi açısından çalışmaların yeterli olmadığı görülmektedir. Yıllara göre üretilen makale sayısında dalgalanmalar olmakla beraber genel olarak artış göstermektedir. Bu durum iklim değişikliği politikalarına olan güncel ilginin de bir sonucudur.

Bibliyometrik analiz yöntemi, coğrafya alanında sık kullanılan bir analiz yöntemi değildir. “İklim değişikliği politikası” konusunda da literatüre dayalı bir analiz çalışması yapılmamıştır. İklim değişikliği politikası gibi uluslararası düzeyde ilgi çeken bir konu ile az çalışılmış bir yöntem olan bibliyometrik analizin bir arada kullanılmış olması bu çalışmayı önemli ve önceki çalışmalardan farklı kılmaktadır.

Araştırmanın filtrelenmeden önce tüm disiplinlerce ortaya konan yayınlar içerisinde coğrafyanın oranı %5,6'dır. Bu oran bu konuda coğrafyada akademik olarak araştırmaların yetersiz olduğunu ortaya koymaktadır. Yayınların yıllara göre dağılımında ise 2005 yılına kadar daha stabil bir dönem sonraki yıllarda ise politik gelişmelerin etkisiyle hızlı bir artış trendine girmesi dikkat çekicidir.

Çalışma kapsamındaki yayınların dergilerine bakıldığında Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions dergisi bu alanda dikkat çekmektedir. Derginin yayın sayısı 638 iken atıf sayısı 51.661'dir. Bu sayı kendisine 142 yayın sayısı ile en yakın dergi olan Local Environment'ten dört kat daha fazla; yine atıf sayısı ile kendine en yakın olan 3.442 atıfı Applied Geography dergisinden ise on beş kat daha fazladır. Bu durum derginin bu konu ekseninde alanda hâkim bir yayın kaynağı olduğunu

göstermektedir. Yayın sayısı bakımında ilk on dergiye bakıldığında bazı dergilerin atıf listesinde yer almadıkları tespit edilmiştir. Yayın sayısında listede olmasalar da atıf sayısında ilk on sıralamada yerlerini alan dergiler ise Environment and Planning A-Economy and Space, Global and Planetary Change, Journal of Biogeography, Transactions of The Institute, of British Geographers dergileri olmuştur. Bu dergilerin yayın üretmede daha başarılı oldukları söylenebilir. Dergilerin yayın kalitesiyle ilgili değerlendirme yapabilmek için yayın sayısı ile atıf sayısı oranlanarak yayın başına atıf sayısı elde edilmiştir. Bu konuda belirtilmesi gereken 33 yayınlı 2639 atıf alan Environment and Planning A-Economy and Space dergisi listede ilk sırada olan Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions dergisinin yayın başına atıf sayısı olan 81 oranına yaklaşarak 80'e ulaşmıştır. Yayın sayısı 20 kat daha az olan bir dergide yayın başı atıf oranı hayli yüksektir. Dergideki konuyla ilgili yayınların daha dikkat çekici, kaliteli ve atıf için daha çok tercih edildiği değerlendirilebilir. Yine; Environment and Planning E-Nature and Space dergisi 4 atıf ile en düşük orana sahiptir. Derginin bu konudaki yayınlarıyla alakalı atıf açısından tercih edilmediği söylenebilir.

Kurumlar açısından bakıldığında Çin'den bir kurum olan Chinese Acad Sci yayın sayısında ilk sırada yer almasına rağmen, aynı başarıyı atıf sıralamasında gösterememiştir. Yayın ve atıf sayılarında Avrupa ve ABD dergilerinin daha ön planda olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Son yıllarda uzak doğu ülkelerindeki kurumların yayın ve atıf sayısındaki yükseliş dikkat çekicidir. Oxford University, Utrecht University, East Anglia University, Exeter University yayın sayısında ön sıralarda olup; atıf sayılarında bu kurumlara Pbl Netherlands Environmental Assessment Agency, Potsdam Institute for Climate Impact Research eklenmektedir.

Yayın ve atıf sayıları ülkeler düzeyinde incelendiğinde ABD, İngiltere, Avustralya, Hollanda, Çin, Kanada, Almanya, İsveç, Norveç, İspanya öne çıkmaktadır. Bu ülkelerde iklim değişikliği politikaları konusunda akademik anlamda daha çok çalışma üretildiği sonucuna ulaşılabilir. Adı geçen ülkeler, aynı zamanda bu çalışmada referans alınan makalelerin menşeyini de göstermektedir.

En çok atıf alan yayınların konu seçimlerine bakıldığında; iklim değişikliğine uyum, küresel çevresel değişim, sosyal değişim, planlama, kapasite, kaynak yönetimi, enerji, arazi kullanımı, kırılğanlıklar, sosyo-ekonomik meseleler, sera gazı emisyonları, kolektif eylem gibi temalara yer verildiği anlaşılmaktadır. En çok atıf alan ilk on makalenin dahil edildiği çalışmada Adger vd.'nin çalışması 1590 atıf ile ilk sırada yer almıştır. Burada önemli bir husus da Riahi vd., Jiuyan Liu vd. ve O'Neill vd.'nin çalışmaları kısa sürede çok sayıda atıf almış olmasıdır. Bu 3 makalenin fazlaca atıf alması, araştırmacılar tarafından daha fazla tercih edildiğini göstermektedir.

Yayınların yazarlarına bakıldığında; Detlef Van Vuuren hem makale sayısında hem de atıf alma sayısında birinci durumdadır. Elmar Kriegler, Keywan Riahi, Katherine Calvin, Elke Stehfest ve Castan Broto Vanesa ise yayın sayısında ilk 20 listesinde dahi değilken; atıf sayılarında ilk 10 yazar arasında yer almışlardır. Belirtilen yazarların yayın kalitelerinin bu durumu ortaya çıkardığı söylenebilir. Ortak çalışma ve aynı kaynaklara atıf yapma analizinde kurum ülke ve yazarların durumuna bakılmıştır. Kurumlar ve ülkeler bazında ortak yazarlık genel itibariyle batı Avrupa ekseninde yoğunluk kazanmıştır. İngiltere, ABD ve Kanada en çok iş birliği ağına sahip ülkeler iken; Oxford, Manchester, Exeter, Sussex, Utrecht Üniversiteleri ve Chinese Acad Sci ise kurumsal olarak en yoğun ortak çalışma ağına sahiptirler.

Çalışmaların ortak yazarlık, ortak kurum ve ülke bazlı iş birlikleri ağı değerlendirildiğinde; iklim politikalarının çok farklı ülkeden bilim insanlarınca konu alınarak çalışma yapıldığı söylenebilir. Yayınların arasında kuvvetli ilişkiler görülmektedir. İlişki ağında da görüleceği üzere yayınların birbirleri ile atıf anlamında sıkı şekilde ilişkide olduğu açıktır. Özellikle Amerika ve Batı Avrupa'daki en fazla ortak yazarlığın yapıldığı ülkeler İngiltere, ABD ve Kanada olarak görülmektedir. Avustralya, Çin, Norveç, Almanya, İsveç, Güney Afrika, Fransa, Hollanda ikinci büyük grubu teşkil etmektedir. Son yıllarda Avusturya, İspanya, İtalya, Hindistan, Singapur, Pakistan, Gana ve Romanya'nın da iş birliği ağı gelişmektedir. Yazarların atıf alma açısından ilişki ağına bakıldığında ise William Neil Adger, Van Vuuren, Harriet Bulkeley, Mike Hulme, Erik Swyngedouw, Mark Pelling, Karen O'Brien en fazla yoğunlaşmanın olduğu merkezler durumundadır. Kurumsal

olarak oxford, Manchester, Exeter, Cardiff, Sussex, Cape Town, British, Cambridge, Queensland, Amsterdam Üniversitelerinin iş birliği ağının daha fazla olduğu görülmektedir.

Çalışmanın en önemli bölümlerinden biri de ortak kelime kullanım analiz sonuçlarıdır. Yayınlarda geçen ortak anahtar kelimelerin içerikte anlatılmak istenen konuyu temsil eden, vurgulanmak istenen hususları ifade eden kavramlar olduğu söylenebilir. Bu analizde mevcut konuların içeriği hakkında fikir sahibi olunmakta ve çalışmalardan yola çıkarak yazarların öne çıkardıkları konular hususunda bilgi sahibi olunabilmektedir. Anahtar kelimelere bakıldığında, yazarların iklim değişikliği ve iklim değişikliğine yönelik politikalarına yönelik bakış açılarını görmek mümkündür. İklim değişikliği (climate change), uyum (adaptation), kırılganlık (vulnerability), iklim değişikliğine uyum (climate change adaptation), dayanıklılık (resilience), sürdürülebilirlik (sustainability), yönetim (governance), politika (policy), tarım (agriculture), iklim politikası (climate policy) ve uyarlanabilir kapasite (adaptive capacity) kelimeleri en çok tekrarlanan kelimelerdir. Bunların yanında; geçmiş on yılda kullanımı artan göç (migration), sel (flooding), azaltım (mitigation), arazi kullanım (land use), güç (power), kentleşme (urbanization), ekosistem (ecosystem), şehirler (cities), çevresel adalet (environmental justice), kuraklık (drought), ormansızlaşma (deforestation), politik ekoloji (political ecology), kutupsal (arctic) ve iklim adaleti (climate justice) gibi kelimeleri de son dönem yazılan makalelerde, en çok tekrarlananlardır. Bu kelimelerin yoğun kullanımından, akademik çalışmalar ile küresel politik söylemlerin birbirini destekler bir yönelimde olduğu çıkarılmaktadır. Son on yılda iklim değişikliği ve iklim değişikliği politikalarına dikkat artmıştır. Bu durum akademik çalışmaların konu seçimini dolayısıyla konuyu temsilen bir gösterge olan anahtar sözcük seçimini de etkilemektedir. Ayrıca araştırmalarda kullanılan anahtar kelime seçimi, güncel konulardaki yoğunlaşmanın görülmesi açısından önem arz etmektedir.

Bibliyometrik analiz, yalnızca coğrafya araştırmaları için değil, tüm alanlarda güncel çalışmalara hızlı şekilde erişim imkânı sunmaktadır. Bu çalışma ile iklim değişikliği politikaları konusundaki uluslararası akademik bakış, trend konular, konu uzmanları ve ilgili yayınlar konusunda katkı

sağlanmaya çalışılmıştır. Birden fazla uluslararası kaynaktan daha fazla veriye ulaşılarak yapılacak çalışmalar kapsamı da zenginleştirecektir. Daha çok verinin işlenmesi aynı zamanda güncel konu seçimi tercihini ortaya koyma adına daha doğru değerlendirme yapabilmek için avantaj sağlayacaktır. Ayrıca kitap, kitap bölümü, bildiri, sempozyum, inceleme, editöre not gibi farklı kaynakların da yeni çalışmalarda inceleme kapsamına alınması analizlerin verimini arttıracaktır.

BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF GEOGRAPHICAL RESEARCH ON CLIMATE CHANGE POLICIES SCANNED IN WEB OF SCIENCE

Abstract

The importance of climate change policies, which are based on climate change in the political and academic fields and include political institutions and civil society initiatives, has been increasing in recent years. The aim of this study is to examine the relationships between international publications in the field of geography on climate change policies, and to determine current topic selection trends through the use of co-authors and keywords. In the study, the international literature on climate change policies was scanned, the data obtained were processed and analyzed. The data used in the research were obtained from the Web of Science database. In the study, in which only the articles were examined, the field of Geography and Physical geography was scanned according to the "Topic" setting. 2,718 articles were selected as data and analyzed using VOSviewer Program and Bibliometric Method. Analyzes were made under sub-headings such as the place of geography in the total research, journal, institution, country, author, articles, common keywords and network analysis of collaborations. In the study, the number of citations of the first 10 articles and the analysis results of the first 20 of the other titles are included. The rate of publications on this subject in the field of geography is % 5.6. It is seen that the publications are mostly made in institutions in Europe, and the number of publications is increasing in countries such as China, India and Australia. The current international publication analyzes revealed by the study offer an academic view to the studies in the field. Moreover; It is also an easily accessible data source for researchers who will work on climate change policies. Since there is no bibliometric study on research on climate change policies, it is thought that the study will contribute to the field of geography.

Keywords: Geography, Climate Change Policies, Climate Change, Bibliometric Analysis, Adaptation, Vulnerability, Adaptation, Vulnerability, Sustainability.

KAYNAKÇA

- Adger, W. N. (2003). Social aspects of adaptive capacity. In *Climate change, adaptive capacity and development* (pp. 29-49).
- Adger, W. N., Arnell, N. W. ve Tompkins, E. L. (2005). Successful adaptation to climate change across scales. *Global environmental change*, 15(2), 77-86.
- Aksoy, B., Bozdoğan, K. ve Sönmez, Ö. F. (2021). An evaluation of the publications in the field of geography education: bibliometric analysis based on the web of science database. *Review of International Geographical Education (RIGEO)*, 11(2), 540-557.
DOI: 10.33403/rigeo.724741
- Altunok, A. E. ve Altunok, E. (2016). AB iklim değişikliği politikaları. *Denetim*, (12), 45-55.
<https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/208774>
- Arslan, E. (2022). Sosyal bilim araştırmalarında VOSviewer ile bibliyometrik haritalama ve örnek bir uygulama. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, AÜSBD Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri Özel Sayısı*, 33-56. DOI: 10.18037/ausbd.1227291
- Artsın, M. (2020). Bir metin madenciliği uygulaması: VOSviewer. *Eskişehir Teknik Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi B- Teorik Bilimler*, 8 (2), 344-354. Retrieved from
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/estubtdb/issue/56628/644637>
- Baş, E. ve Partigöç, N. S. (2022). İklim değişikliğine uyum sürecinde kent planlamanın rolü. *Resilience*, 6(1), 127-143.
- Coşkun, M. (2020). *İklim değişimleri ve küresel ısınma*. M. Alım, S. Doğanay (Yay. haz.). Yer Bilimi (s. 272-302). Ankara: Pegem Akademi.
- Coşkun, M. (2022). *İklim değişimleri, küresel ısınma ve Türkiye*. S. Doğanay, M. Alım (Yay. haz.). Türkiye'nin Fiziki Coğrafyası (s. 321-350). Ankara: Pegem Akademi
- Demir, A. (2009). Küresel iklim değişikliğinin biyolojik çeşitlilik ve ekosistem kaynakları üzerine etkisi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 1(2), 37-54.

- Demircan, M., Türkoğlu, N. ve Çiçek, İ. (2017). İklim değişikliği: modelden sektörel uygulamalara (climate change: from model to sectoral applications), *Türk Coğrafya Kurumu 75. Yıl Uluslararası Kongresi*, 8-10.
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N. ve Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285-296.
- Erlat, E. (2019). *İklim Sistemi ve İklim Değişmeleri*. İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.
- Füssel, H. M. (2007). Vulnerability: A generally applicable conceptual framework for climate change research. *Global environmental change*, 17(2), 155-167.
- İğci, T. (2015). *İklim değişikliği politikalarının Avrupa Birliği ve Türkiye'de sanayi sektörüne olası etkileri: Maliyetler ve rekabet edebilirlik bakımından değerlendirme* (Yüksek Lisans Tezi). Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- İsmail, K. (2018). İklim değişikliği müzakereleri: Türkiye'nin Paris Anlaşması'nı imza süreci. *Ege Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 9(1), 55-81.
- <https://doi.org/10.35229/jaes.718925>
- Kahraman, M. (2022). Bibliometric analysis of Istanbul University Journal of Geography. *Journal of Geography-Cografya Dergisi*, 44, 207-218.
- <https://avesis.istanbul.edu.tr/yayin/36188f51-be84-4e9a-b2b3-35eaa0fad1ec/bibliometric-analysis-of-İstanbul-university-journal-of-geography>
- Karadayı, U. S. (2022). Sürdürülebilir dijital hizmetleştirme: araç paylaşım iş modelinin kavramsal modellenmesi. *Journal of Yasar University*, 17(67).
- <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1988615>
- Karagöz, B. ve Şeref, İ. (2020). Yazma becerisiyle ilgili makaleler üzerine bir inceleme: Web of Science veri tabanında eğilimler. *Ana Dili Eğitimi Dergisi*, 8(1), 67-86.
- <https://www.anadiliegitimi.com/en/download/article-file/950312>
- Kaya, H. E. (2020). Kyoto'dan Paris'e küresel iklim politikaları. *Meriç Uluslararası Sosyal ve Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 4(10), 165-191.

- Keskin, A. ve Kanat, Z., (2018). Dünyada iklim değişikliği üzerine yapılan çalışmalar ve Türkiye'de mevcut durum. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 49, sa.1, 67-78.
<https://doi.org/10.17097/ataunizfd.343085>
- Kılınç, B. (2022). Çevre sosyolojisi ile ilgili yapılan çalışmaların bibliyometrik analizi. *Türkiye Bilimsel Araştırmalar Dergisi*, 7(1), 205-227.
<https://dergipark.org.tr/en/pub/tubad/issue/70039/1079522>
- Kök, F. (2018). Kentlerde hava kirliliğini önleyecek ya da azaltacak yöntem için verilerin toplanması ve değerlendirilmesi. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1(3), 145-157.
- Liu, J., Kuang, W., Zhang, Z., Xu, X., Qin, Y., Ning, J., ... ve Chi, W. (2014). Spatiotemporal characteristics, patterns, and causes of land-use changes in China since the late 1980s. *Journal of Geographical sciences*, 24(2), 195-210.
- Mongeon, P. ve Paul-Hus, A. (2016). The journal coverage of Web of Science and Scopus: a comparative analysis. *Scientometrics*, 106(1), 213-228. DOI 10.1007/s11192-015-1765-5
- Nebioğlu, O. (2019). Turizm ve yiyecek tüketimi: uluslararası alanyazın üzerine bibliyometrik bir analiz. *Seyahat ve Otel İşletmeciliği Dergisi*, 16(1), 71-88.
<https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/668426>
- O'Neill, B. C., Kriegler, E., Ebi, K. L., Kemp-Benedict, E., Riahi, K., Rothman, D. S., ... ve Solecki, W. (2017). The roads ahead: Narratives for shared socioeconomic pathways describing world futures in the 21st century. *Global environmental change*, 42, 169-180.
- Ostrom, E. (2010). Polycentric systems for coping with collective action and global environmental change. *Global Environmental Change*, 20, 550-557.
- Özel, N., Atayurt Fenge, Z. Z., Eroğlu, Ç., Güzel Köşker, N. H., Subaşıoğlu, F. ve Can, H. D. (2021). Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi'nin bibliyometrik analizi: 1942-2020. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 61 (2), 1275-1313. DOI: 10.33171/dtcfjournal.2021.61.2.27

- Öztürk, M. ve Öztürk, A. (2019). BMİDÇS'den Paris Anlaşması'na: Birleşmiş Milletler'in iklim değişikliğiyle mücadele çabaları. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 12(4), 527-541.
- Pahl-Wostl, C. (2009). A conceptual framework for analysing adaptive capacity and multi-level learning processes in resource governance regimes. *Global environmental change*, 19(3), 354-365.
- Polat, E., Düzgün, E. ve Yeşiltaş, M. (2019). İklim değişikliğinin turizme etkisini belirlemeye yönelik hazırlanan lisansüstü tezlerin bibliyometrik profili. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10, 240-249.
- <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/841202>
- Riahi, K., Van Vuuren, D. P., Kriegler, E., Edmonds, J., O'neill, B. C., Fujimori, S., ...and Tavoni, M. (2017). The shared socioeconomic pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: an overview. *Global environmental change*, 42, 153-168.
- Roig-Tierno, N., Gonzalez-Cruz, T. F. ve Llopis-Martinez, J. (2017). An overview of qualitative comparative analysis: A bibliometric analysis. *Journal of Innovation & Knowledge*, 2(1), 15-23.
- Sağlam, N. E., Düzgüneş, E. ve Balık, İ. (2008). Küresel ısınma ve iklim değişikliği. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 25(1), 89-94.
- Savaresi, A. (2016). The Paris Agreement: a new beginning? *Journal of Energy & Natural Resources Law*, 34:1, 16-6.
- DOI: 10.1080/02646811.2016.1133983
- Shove, E. (2010). Beyond the ABC: climate change policy and theories of social change. *Environment and planning A*, 42(6), 1273-1285.
- Small, C. ve Nicholls, R. J. (2003). A global analysis of human settlement in coastal zones. *Journal of coastal research*, 584-599.
- Şahin, G. ve Kahraman, M. (2019). İstanbul üniversitesi coğrafya lisans bitirme tezlerinin analizi. *R&S-Research Studies Anatolia Journal*, 2(7), 333-341.

- Şekercioğlu, S. (2016). *Avrupa birliği iklim değişikliği politikasının oluşumu ve sivil toplum örgütleri* (Doktora Tezi), İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Tuğaç, Ç. (2022). İklim değişikliği krizi ve şehirler. *Çevre Şehir ve İklim Dergisi*, 1(1), 38-60.
- Türkeş, M. (2001). Hava, iklim, şiddetli hava olayları ve küresel ısınma. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü 2000 Yılı Seminerleri, Teknik Sunumlar, *Seminerler Dizisi: 1*: 187-205, Ankara.
- Türkeş, M. (2008). Küresel iklim değişikliği nedir? temel kavramlar, nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler. *İklim Değişikliği ve Çevre*, 1(1), 26-37.
- Türkeş, M. ve Kılıç, G. (2004). Avrupa Birliği'nin iklim değişikliği politikaları ve önlemleri (European union policies and measures on climate change). *Çevre, Bilim ve Teknoloji, Teknik Dergi*, 2: 35-52.
- Ünlü, İ., Sever, R. ve Akpınar, E. (2011). Türkiye'de çevre eğitimi alanında yapılmış küresel ısınma ve sera etkisi konulu akademik araştırmaların sonuçlarının incelenmesi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 39-54.
- Van Eck, N. J. ve Waltman, L. (2011). VOSviewer manual. *Manual for VOSviewer*.
- Yavan, N. (2005). SCI ve SSCI bağlamında Türkiye'nin coğrafya biliminde uluslararası yayın performansının karşılaştırmalı analizi: 1945-2005. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 3(1), 27-55.
- Yavan, N. (2019). Türkiye'deki coğrafyacıların uluslararası yayın performansı (1945-2015): son 10 yılda (2005-2015) ne değişti?. *International Journal of Geography and Geography Education*, (39), 121-150.
- Yeksan, Ö. ve Akbaba, A. (2019). Sürdürülebilir turizm makalelerinin bibliyometrik analizi. *Güncel Turizm Araştırmaları Dergisi*, 3 (2), 220-231. DOI: 10.32572/guntad.502563.

2.BÖLÜM

YOGA KAMP TURİZMİ POTANSİYELİ AÇISINDAN SAFRANBOLU'NUN DEĞERLENDİRİLMESİ

Doktorant Hüsameddin ECE³
Prof. Dr. Güzin KANTÜRK YİĞİT⁴

Amaçlar

- Yoganın zamansal süreci hakkında bilgi vermek
- Safranbolu'da yoga kampı için uygun olan alanları haritalandırmak
- Yoga kampı için uygun olan alanların turizm potansiyeli hakkında bilgilendirmek

³ Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Karabük, Türkiye. husameddinece@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3442-9361.

⁴ Karabük Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Coğrafya Anabilim Dalı, gkanturkyigit@karabuk.edu.tr, ORCID: 0000-0001-6137-6018.

GİRİŞ

Dünya genelinde yaşanan ekonomik sıkıntılar, doğal afetler, salgın hastalıklar ve savaşlar gibi çeşitli sıkıntılar insanlar üzerinde maddi ve manevi etkiler oluşturmaktadır. Ayrıca şehir hayatının oluşturduğu stres nedeniyle, insanlar bu kaos ortamından uzaklaşmak ve ruhen iyileşmek için doğaya yönelmiştir. Hem bedenen hem de ruhen dinlenme fırsatı veren turizm sektörü de bu ihtiyaçları karşılamak amacıyla alternatif turizm çeşitlerine yönelik çalışmalar başlatmıştır.

1980 yılından itibaren miras ve sürdürülebilirlik kavramları ile önem kazanan alternatif turizm, aslında orta çağda hac yolculukları ve Grand tura kadar dayanmaktadır (Butler, 1990; Weaver, 1991; Weaver, 2006). Standart, kitlesel, ucuz ve aynı özellikteki tatiller yerini bireyci düşünce ve davranış tarzları doğrultusunda yeniden şekillenmiş, tüketici odaklı alternatif turizme bırakmıştır (Kozak, Evren ve Çakır, 2013). Ülkeler, turizme kaynak olan potansiyellerini daha iyi kullanmak, ekonomik, sosyal ve kültürel açıdan kazanımlarını artırmak amacıyla alternatif turizm çeşitlerine önem verilmiştir (Albayrak, 2013). Doğaya yönelik turizm, inanç turizmi, dağ ve kış turizmi, termal turizm, festival turizmi, kamp ve karavan turizmi bazı önemli alternatif turizm çeşitlerine örnektir (Çetinkaya, 1998).

İndüs vadisinde gerçekleştirilen arkeolojik kazılarda M.Ö. 2500 yıllarına ait olduğu tespit edilen tabletler yogaya ait en eski kalıntıları oluşturmaktadır. Ekorekreatyonel bir faaliyet olarak yoga her ne kadar Hindistan'a özgü bir uygulama olsa da artık birçok ülke tarafından bilinen, uygulanan bir felsefe olup, herhangi bir din kategorisinde yer almamaktadır. Yoganın asıl hedefi insanın zihnini, ruhunu ve bedenini bir arada tutarak uyum içerisinde hareket edebilmesini sağlamaktır (Sarı ve Şenel, 2018). Dünya Turizm Örgütü (1985) tarafından spor alanı kapsamında bir alt dal olarak yer verilen yoga, sağlık turizmi ve manevi turizm kapsamında da değerlendirilebilmektedir. "*Birleştirmek, kavuşturma, birlik*" anlamlarına gelen yoga, Sanskritçe "*yuj*" kökünden türemiştir (Iyengar, 2016). Yoganın, bedenle zihnin, zihinle de ruhun birleşmesini sağlamak (Saraswati, 2001; Vivekananda, 2014), ruhsallığı aramak, zihinsel refahı ve fiziksel durumu artırmak, olumsuz duyguları kontrol etmek, stresi ortadan kaldırmak, mutluluk yaratmak (Lehto, Brown ve Morrison, 2006) gibi amaçları

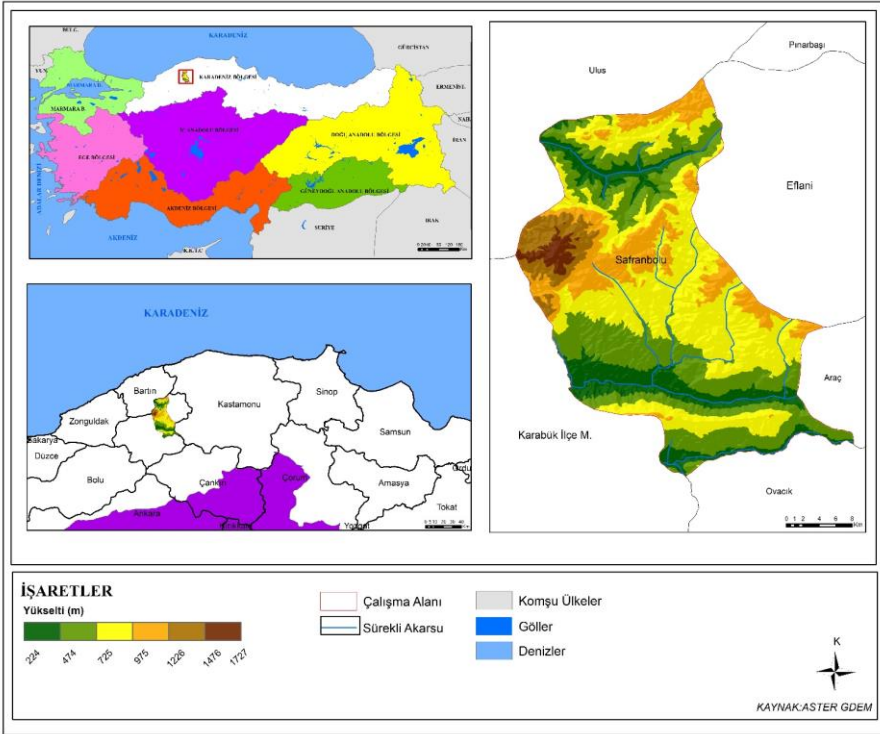
bulduğu ifade edilmektedir. Bu kazanımlarından dolayı insanların yogaya olan talepleri artmakta ve bunun sonucunda turizm sektörü de bu talebe cevap vermeye çalışmaktadır. Şehrin gürültüsünden ve betonlaşan şehirlerden uzak doğal ortamlarda sabah yürüyüşleri, meditasyon ve yoga uygulamalarının yapıldığı tatillere yoga kampı adı verilmektedir. Yoga kampları, öncelikle doğayla iç içe olan oteller ve oksijenin bol olduğu yerlerde gerçekleştirilen alternatif bir turizm türüdür (Sayman, 2021). Dünyada yoga kamp turizminin Hindistan, Nepal, Peru, Bali gibi bölgelerde yapıldığı görülmektedir. Türkiye de yoga turizmi için uygun konuma sahip ülkelerden birisidir ve özellikle Ege ve Akdeniz Bölgelerinde bulunan butik oteller yoga turizmine uygun potansiyel alanları oluşturmaktadır (Kandemir Altunel, Özer ve Akova, 2020). Bu bölgelerde yoga turizm potansiyelinin yüksek olmasının nedenleri; ulaşım imkânlarının fazla olması, iklim özellikleri ve turist yoğunluğunun fazla olmasıdır. Türkiye’de son yıllarda yoga kamp turizmine olan ilgi artmış ve yoga kamp merkezlerinin sayısında da artış olmuştur. Türkiye’de özellikle Muğla ve Antalya illerinde yoga kamp merkezlerinin yoğunluk kazandığı görülmektedir. Muğla’da Fethiye, Göcek, Dalaman, Gökova önemli yoga kamp turizm merkezleridir. Antalya’da ise Kaş, Alanya ve Manavgat gibi ilçelerde yoga kamp merkezleri bulunmaktadır (Aydoğdu Atasoy, 2021).

Çalışma alanını oluşturan Safranbolu, 17 Aralık 1994 yılında UNESCO tarafından Dünya Miras Listesine alınmış olup doğal güzellikleri, tarihi yapısı ve kültürel mirası ile dikkat çekmektedir (Aydın, Çepni ve Turgut, 2017). Safranbolu’nun turizmi başlığında, alternatif ve sürdürülebilir turizm, turizmin ekonomik, sosyal ve çevresel etkisi gibi konularda birtakım çalışmalar bulunmaktadır (Çetinkaya, 1998; Gürbüz, 2003; Özdemir, 2011; Ayaz, Apak ve Batı, 2016; Diker ve Çetinkaya, 2016; Aydın, 2018; Yılmaz, 2018; Koçoğlu, Saraç ve Batman, 2020; Altay ve Aydın, 2020). Bu çalışmanın amacı, doğal güzellikleri ve kültürel mirası ile ülkemizin önemli bir turizm destinasyon bölgesi olan Safranbolu’da, uygun yoga kamp alanlarının tespit edilmesi ve turizme alternatif oluşturulmasıdır. Safranbolu’ya gelen turistlerin faaliyet alternatifini artırması ve önemli bir kazanç sağlaması amacıyla bu çalışma önem arz etmektedir. Çalışmada Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyerarşi

Süreci (Analytic Hierarchy Process-AHP-AHS) yöntemi Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile entegre edilerek kullanılmıştır.

1. Çalışma Alanının Yeri, Sınırları ve Coğrafi Özellikleri

Safranbolu, Karadeniz Bölgesi'nin Batı Karadeniz Bölümü'nde yer almaktadır. İdari açıdan Karabük iline bağlıdır. Araştırma sahasının kuzeyinde Ulus (Bartın), kuzeydoğusunda Eflani, doğusunda Araç (Kastamonu), güneyinde Ovacık ve batısında Karabük merkez ilçesi bulunmaktadır (Harita 1).



Harita 1: Safranbolu Lokasyon Haritası.

Yaklaşık 1013 km² yüzölçümüne sahip olan Safranbolu, 41°15' N ve 32°41' E koordinatlarında yer almaktadır. Bu saha “Karabük-Safranbolu Tersiyer Havzası” olarak adlandırılmaktadır (Koçyiğit, 1987). Safranbolu ve çevresi genellikle dik ve eğimli yüksek tepelerle çevrilidir (Tan, 2019). İlçenin en yüksek noktasını 1726 m ile Sarıçiçek Dağları, en alçak yerini 315

m ile vadi tabanında bulunan Eski Çarşı oluşturmaktadır. Araştırma sahasında Araç Çayı, Bulak Deresi, Gümüş Deresi ve Akçasu Deresi ve bunlara bağlı birçok mevsimlik akarsu bulunmaktadır (Altay ve Aydın, 2020). Avrupa-Sibirya fitocoğrafya bölgesinde yer almakta ve bitki örtüsü büyük ölçüde ormanlık alanlardan oluşmaktadır. Karadeniz iklimi ile karasal iklim arasında geçiş özelliği göstermektedir. Safranbolu Meteoroloji İstasyonunun yapmış olduğu rasat sonuçlarına göre, bölgede yıllık ortalama sıcaklığı 12.3 °C, yıllık ortalama yağış miktarı ise 462.3 mm'dir (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2021).

2. Materyal ve Yöntem

Materyal

Araştırma konusu ve sahası ile ilgili alan yazın taraması yapılmıştır. Turizm faaliyetlerinin şehir ekonomisi üzerindeki etkisini ve yoga kamp alanı olabilecek alanları belirlemek ve incelemek amacıyla araştırma ve inceleme gezisi düzenlenmiştir. Haritaların oluşturulmasında ArcGIS 10.5. paket programından yararlanılmıştır. Metnin ve tabloların oluşturulmasında Microsoft Word ve Microsoft Excel programları kullanılmıştır.

Yöntem

AHS, 1968 yılında Myers ve Alpert tarafından ortaya konmuş, bir metot olarak literatüre ise 1977 yılında Thomas L. Saaty tarafından kazandırılmıştır (Şahin ve Toroğlu, 2020). En iyi bilinen ve en yaygın kullanılan çok kriterli analiz yaklaşımlarından biri olan AHS yöntemi, birden çok kritere bağlı olan bir problemin çözümünde, kullanıcıların kriterlerin ağırlıklarını belirlemesine olanak sağlamaktadır. AHS yönteminde her problem için amaç, kriterler (ölçütler), alt kriterler ve seçeneklerden oluşan hiyerarşik bir model kullanılır. Problem, hiyerarşik bir yapıya oturtulduktan sonra, hiyerarşiyi oluşturan ölçütlerin ağırlıkları hesaplanmaktadır (Öztürk ve Batuk, 2010). Bir düzeydeki ölçütlerin hiyerarşide hemen bir üst düzeyde yer alan ölçütler açısından değerlendirilmesinde Saaty (1980) tarafından önerilen tercih ölçeğinden (Tablo 1) yararlanılarak bir değerlendirme yapılır ve ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur (Saaty, 1980; 2004). İkili karşılaştırma

matrisi n adet öge için $n(n-1)/2$ adet karşılaştırmadan oluşmaktadır (Malczewski, 1999).

Tablo 1: AHS Yönteminde Kullanılan İkili Karşılaştırma Tercih Ölçeği (Saaty, 1980).

| Önem Derecesi | Açıklama |
|---------------|--|
| 1 | Ölçütler eşit öneme sahip |
| 3 | 1. ölçüt 2. ölçüte göre biraz daha önemli |
| 5 | 1. ölçüt 2. ölçüte göre fazla önemli |
| 7 | 1. ölçüt 2. ölçüte göre çok fazla önemli |
| 9 | 1. ölçüt 2. ölçüte göre en kuvvetli (aşırı derecede fazla) öneme sahip |
| 2, 4, 6, 8 | Ara değerler |

AHS yöntemi ile bir problemin çözümlenmesi, ikili karşılaştırmaları yapılan ölçütlerin ağırlıkları ya da öncelikleri kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Ağırlık veya önceliklerin belirlenmesi, ikili karşılaştırma matrisinin normalize edilmesi ile gerçekleştirilmektedir. Bunun için, matrisin sütun elemanları her bir sütun toplamına bölünerek “normalleştirilmiş ikili karşılaştırma matrisi” elde edilir. Elde edilen matristeki satır elemanları toplanır ve toplam değer satırdaki eleman sayısına bölünür. Böylelikle öncelik vektörü ya da ağırlık vektörü elde edilmiş olur (Tombuş, 2005). Ağırlıklar 0-1 aralığındadır ve toplamları 1'dir (Malczewski, 1999). Normalize edilmiş matrisin her bir satır toplamı, matrisin boyutuna bölünerek ortalaması alınır. Bulunan bu değerler her bir ölçüt için hesaplanan önem ağırlıklarıdır. Bu ağırlıklar, öncelik vektörünü oluşturur. Böylece, ölçütlerin birbirlerine göre önem değerlerini gösteren yüzde önem dağılımları elde edilir. AHS yönteminde ölçütlerin ikili karşılaştırmaları yapılırken belirli bir derecede tutarsızlık oluşabilir. Bunun için ikili karşılaştırmaların mantıksal tutarlılığı kontrol edilmelidir (Öztürk ve Batuk, 2010). İkili karşılaştırmaların yapılması ve önceliklerinin belirlenmesinin ardından karşılaştırma matrislerinin tutarlılığının hesaplanır. İkili karşılaştırma yargısı sonucu oluşan bir A matrisinin tutarlı olup olmadığını belirleyebilmek için birçok yöntemden bir tanesi olan “Tutarlılık İndeksi (Consistency Index-CI)” adı verilen katsayının hesaplanması gerekir. Tutarlılığı değerlendirebilmek için “Rassal İndeks (Random Index-RI)” değerinin bilinmesi gerekir. CI ve

RI değerleri belirlendikten sonra “Tutarlılık Oranı (Consistency Ratio-CR)” hesaplanır. Bu oran için Saaty tarafından önerilen üst limit 0.10’dur. Yargılar için hesaplanan tutarlılık oranı 0.10’un altında ise yargıların yeterli bir tutarlılık sergilediği ve değerlendirmenin devam edebileceği kabul edilmektedir. Eğer tutarlılık oranı 0.10’un üstünde ise yargılar tutarsız kabul edilmektedir. Bu durumda yargıların kalitesinin iyileştirilmesi gerekir. Tutarlılık oranı yargıların yeniden gözden geçirilmesiyle düşürülebilir (Kavas, 2009).

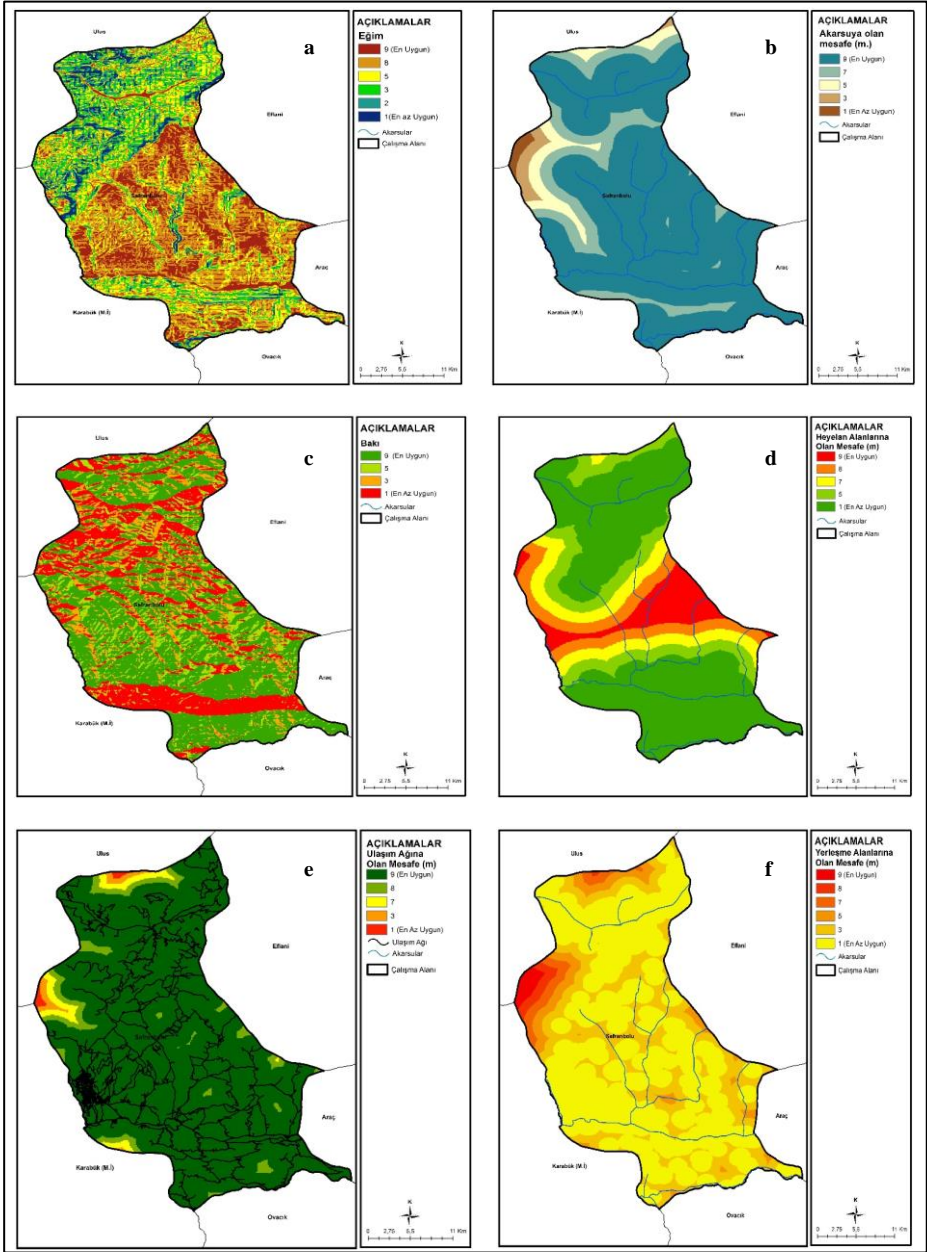
Ölçütlerin belirlenmesinde literatürden (Topay ve Koçan, 2009; Gültekin ve Gültekin, 2012; Gogo, 2015; Aydın, Çepni ve Turgut, 2017; Şenel, 2018; Marion, Wimpey, Arredondo ve Meadema, 2019; Martin, Martinez ve Gordon, 2022), uzman görüşlerinden ve saha çalışması sonucunda elde edilen verilerden faydalanılmıştır. Bu veriler sonucunda, topoğrafya (eğim, bakı), iklim özellikleri (ortalama sıcaklık), su kaynaklarına, ormanlık alanlara, yerleşim alanlarına, ulaşım ağlarına ve heyelan alanlarına olan mesafe analizde kullanılacak ölçütler olarak belirlenmiştir. Yerleşim, sanayi ve tarım alanları analize dahil edilmemiştir.

Eğimin düşük olduğu alanlarda kamp alanının kurulumu daha kolay olacağı için, eğimin düşük olduğu alanlarda değerlendirme yüksek iken, eğim arttıkça değer düşmektedir (Harita 2a). Güneyli bakılarda güneşten yararlanma ve sıcaklık daha fazla olduğu için yüksek değer kullanılırken, kuzeyli bakılara düşük değer verilmiştir (Harita 2c). Ortalama sıcaklık araştırma sahasında 8 °C ile 14 °C arasında değişmektedir ve ortalama sıcaklık arttıkça değer artmaktadır (Harita 2g). Yerleşim alanlarına yakın alanlarda gürültü kirliliği fazla olacağı için, yerleşme alanlarından uzaklaştıkça değer yükselmektedir (Harita 2f). Ulaşımın kolay olduğu alanların avantajlı olmasından dolayı, ulaşım yollarına yakın olan alanlara yüksek değer verilirken, uzaklaştıkça değer düşmektedir. (Harita 2e). Yoga kamp alanları ormanlık sahalarla yakın yerlerde kurulduğu için, ormanlık alanlara yakın alanlara yüksek değer verilirken, ormanlık alandan uzaklaştıkça değer düşmektedir (Harita 2h). Yoga kamp alanları hidrografik unsurlara yakın alanlarda kurulduğu için, hidrografik unsurlara yakın alanlarda değer yükselirken, uzaklaştıkça değer düşmektedir (Harita 2b). Karadeniz Bölgesi’nde eğimin ve yağışın nispeten fazla olmasından dolayı,

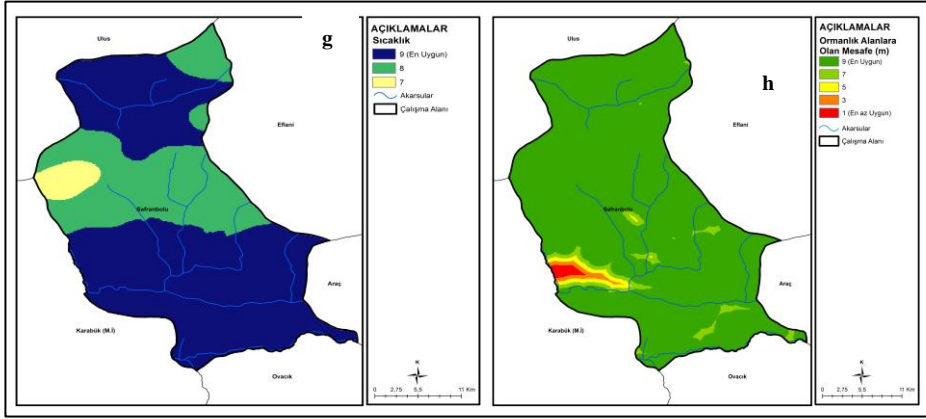
heyelan riski de fazladır. Bu yüzden heyelan riskinin az olduğu yerlerde değerler yüksek iken, heyelan riskinin fazla olduğu bölgelerde değerler düşmektedir (Harita 2d). Mesafe ölçütlerinde Euclidean Distance Tolls kullanılmıştır (Tablo 2). Eğim, bakı ve akarsu haritaları, viewfinderpanoramas.org sayfasından alınan DEM verisinden, ortalama sıcaklık haritası MGM verilerinden, yerleşim alanları Google Earth programı kullanılarak, ulaşım ağları openstreetmap.org sayfasından, ormanlık alanlar corine.tarimorman.gov.tr sayfasından ve heyelan alanları haritası ise Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nden elde edilen verilerden üretilmiştir.

Tablo 2: Safranbolu'da Yoga Kamp Alanlarını Belirlemek İçin Kullanılan Ölçüt Değerleri.

| Eğim (%) | Değer | Ulaşım (M) | Değer |
|---------------------------------|-------|-----------------------------|-------|
| 0 - 5 | 9 | 0 - 670 | 9 |
| 5 - 10 | 8 | 670 - 1350 | 9 |
| 10 - 15 | 5 | 1350 - 2000 | 8 |
| 15- 20 | 3 | 2000 - 2700 | 7 |
| 20 - 25 | 2 | 2700 - 3300 | 3 |
| 25+ | 1 | 3300+ | 1 |
| Bakı Yönü | Değer | Ormanlık Alana Yakınlık (M) | Değer |
| Düz | 9 | 0 - 500 | 9 |
| Kuzey | 1 | 500 - 1000 | 9 |
| Kuzeydoğu | 1 | 1000 - 1500 | 7 |
| Doğu | 3 | 1500 - 2000 | 5 |
| Güneydoğu | 9 | 2000 - 2500 | 3 |
| Güney | 9 | 2500+ | 1 |
| Güneybatı | 9 | Akarsuya Yakınlık (M) | Değer |
| Batı | 5 | 0 - 1250 | 9 |
| Kuzeybatı | 1 | 1250 - 2500 | 9 |
| Kuzeydoğu | 1 | 2500 - 3750 | 7 |
| Yıllık Ortalama Sıcaklık (°C) | Değer | | |
| 8 - 9 | 7 | 5000 - 6250 | 3 |
| 9 - 10 | 8 | 6250+ | 1 |
| 10 - 11 | 8 | Heyelan (M) | Değer |
| 11 - 12 | 9 | 0 - 1500 | 1 |
| 12 - 13 | 9 | 1500 - 3000 | 5 |
| 13+ | 9 | 3000 - 4500 | 7 |
| Yerleşim Alanlarına Uzaklık (M) | Değer | | |
| 0 - 1000 | 1 | 4500 - 6000 | 8 |
| 1000 - 2000 | 3 | 6000 - 7500 | 9 |
| 2000 - 3000 | 5 | 7500+ | 9 |
| 3000 - 4000 | 7 | | |
| 4000 - 5000 | 8 | | |
| 5000+ | 9 | | |



Harita 2: Analizde Kullanılan Alt Ölçütler (a. Eğim, b. Su Kaynaklarına Olan Mesafe, c. Bakı, d. Heyelan Alanlarına Olan Mesafe, e. Ulaşım Ağlarına Olan Mesafe, f. Yerleşme Alanlarına Olan Mesafe).



Harita 2 Devamı: Analizde Kullanılan Alt Ölçütler (g. Ortalama Sıcaklık, h. Ormanlık Alanlara Olan Mesafe).

3. Bulgular

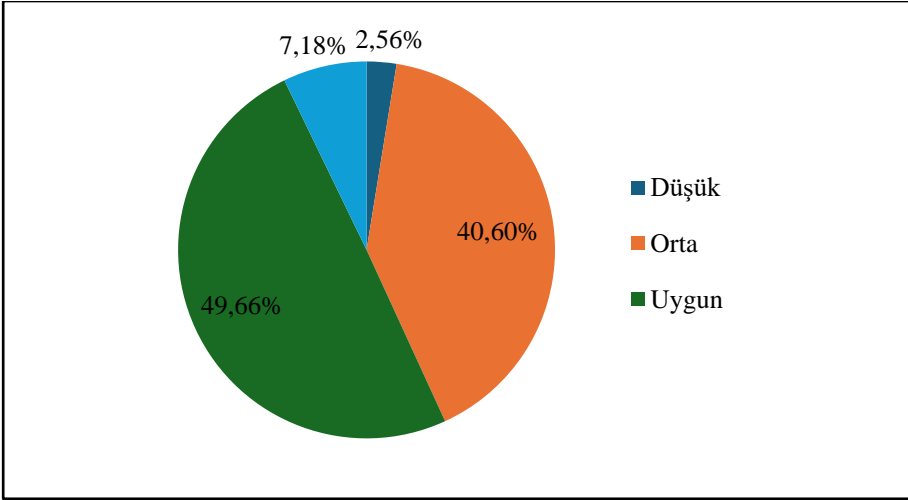
Safranbolu'da yogaya uygun kamp alanlarını belirlemek için uzman görüşleri doğrultusunda 8 ana ölçüt belirlenmiştir. Bu ölçütlerin ağırlık oranları aşağıdaki Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 1: Safranbolu'da Yoga Kamp Alanı Belirleme Kriterlerinin İkili Karşılaştırma Matrisi ve Ölçütlerin Ağırlıkları.

| Katmanlar | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Ağırlıklar |
|------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|------------|
| (1) Ormanlık Alan | 1 | | | | | | | | 0.16 |
| (2) Akarsuya Yakınlık | 1 | 1 | | | | | | | 0.16 |
| (3) Yerleşme | 1 | 1 | 1 | | | | | | 0.16 |
| (4) Ulaşım | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | 0.17 |
| (5) Eğim | 1/2 | 1/2 | 1/2 | 1/3 | 1 | | | | 0.09 |
| (6) Sıcaklık | 1/3 | 1/3 | 1/3 | 1/3 | 1 | 1 | | | 0.08 |
| (7) Bakı | 1/4 | 1/4 | 1/3 | 1/3 | 1 | 1 | 1 | | 0.07 |
| (8) Heyelan | 1 | 1 | 1 | 1 | 1/2 | 1/2 | 1/2 | 1 | 0.11 |
| Tutarlılık Oranı (CR)= 0.07 | | | | | | | | | |

İkili karşılaştırma ölçütlerin tutarlılık oranı (CR) 0.07 olarak hesaplanmıştır. Tutarlılık oranının 0.10'dan düşük olması da ikili karşılaştırmaların tutarlı olduğunu göstermektedir. Ağırlık oranı en yüksek ulaşım faktörü (0.17) iken, ormanlık alanlar (0.16) ve akarsuya yakınlık (0.16) ağırlık oranları yüksek diğer ölçütlerdir.

Safranbolu yoga kamp alanlarını belirlemek amacıyla belirlenen ölçütlerin ArcMap'te karşılaştırılmasıyla elde edilen sonuç haritasında, yerleşme alanları, sanayi alanları ve tarım alanları analiz dışında tutulmuştur. Analiz sonucunda elde edilen verilere göre analize dahil edilen toplam 574,9 km² alanın, %7,18'inin (41,3 km²) yoga kamp alanı için çok uygun, %49,66'sının (285,5 km²) uygun, %40,59'unun (233,4 km²) orta ve %2,55'inin (14,7 km²) ise düşük olduğu görülmüştür (Şekil 1).



Şekil 1: Safranbolu'nun Yoga Kamp Alanı Uygunluk Oranları.

Harita 3 incelendiğinde, özellikle çalışma alanının doğusunda, Eflani sınırında yoga kampı için çok uygun alanların daha fazla yer kapladığı görülmüştür. Yolbaşı, Değirmencik, Pelitören, Alören ve Harmancık köyleri yakınlarındaki bu alanların çok uygun çıkmasında, ulaşım ağlarına, su kaynaklarına ve ormanlık alanlara yakın olması etkili olmuştur. Ayrıca bu alanların eğim, bakı değerlerinin uygunluğu ve heyelan alanlarına olan mesafesi de çok uygun olmasında önemli etkenlerdir. Sırçalı, Düzce köyleri çevresinde ve Safranbolu Kent Ormanında çok uygun alanlar görülmektedir. Ayrıca Safranbolu ilçe merkezinin kuzeyinde yer alan Yukarıçiftlik ve doğusunda yer alan Aşağıçiftlik köylerinin çevresinde de çok uygun alanlar bulunmaktadır. Yine bu alanların çok uygun çıkmasında önemli etmenler; ulaşım ağlarına, su kaynaklarına, ormanlık alanlara yakın olması, heyelan

4. Sonuç ve Öneriler

Safranbolu İlçesi idari sınırlarının çalışma sahası olarak seçildiği bu çalışmada, Safranbolu'da yoga kampı için uygun alanların belirlenmesi amaçlanmıştır. Hazırlanan çalışmada AHS yöntemi ile uygunluk analizi yapılmıştır. Safranbolu'da yoga kampı için ilçe yüzölçümünün %7,18'inin (41,3 km²) çok uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yoga kampı için çok uygun olan alanların Eflani sınırında, Sırçalı Kanyonu (Fotoğraf 1) ve Düzce Kanyonu çevresinde (Fotoğraf 2) bulunduğu ancak bu alanların hiçbir turizm faaliyeti için aktif kullanılmadığı gözlemlenmiştir.



Fotoğraf 1: Yoga Kampı İçin Çok Uygun Alanlardan Olan Sırçalı Kanyonu'ndan Görünüm.



Fotoğraf 2: Yoga Kampı İçin Çok Uygun Alanlardan Olan Düzce Kanyonu'ndan Görünüm.

Tokatlı kanyonu etrafında ise turizme yönelik çeşitli işletmeler bulunmaktadır. Ancak bu çevrede yoga kampı için kurulmuş herhangi bir alan bulunmamaktadır. Yoga kampı için çok uygun olan alanlarda, elektrik kaynağının ve haberleşme olanağının bulunduğu gözlemlenmiştir. Bu alanlarda gürültü kaynağının bulunmaması yoga kamp alanı için önemli bir husustur. Yukarıçiftlik Köyü çevresinde (Fotoğraf 3) yine çok uygun alanların bulunduğu ancak bu alanlarda da kamp alanı ve herhangi bir turizm faaliyetinin bulunmadığı gözlemlenmiştir.



Fotoğraf 3: Yoga Kampı İçin Çok Uygun Alanlardan Olan Yukarıçiftlik Köyü Yakınından Görünüm.

Çalışma sahasının %2,55'inin (14,7 km²) yoga kampı için düşük uygunluğa sahip olduğu görülmüştür. Özellikle araştırma sahasının kuzeyinde, İnceçay (Fotoğraf 4) ve Çavuşlar yerleşmeleri çevresinde uygunluğun düşük olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu bölgelerde uygunluğun düşük olmasında, eğim değerlerinin artmasının ve heyelan alanlarına yakın olmasının etkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca araştırma sahasının güney kesimlerinde, Kadıbükü, Kuzyakahacılar ve Kuzyakaöte köyleri çevresinde uygunluğun düşük olduğu gözlemlenmiştir. Bu alanlarda, eğim değerlerinin artması ve heyelan alanlarına yakın olması uygunluğun düşük çıkmasında etkili olduğu düşünülmektedir.



Fotoğraf 4: Yoga Kampı İçin Düşük Uygunluğa Sahip Alanlardan Olan İnceçay Köyü Yerleşmesi Yakınından Görünüm.

Safranbolu için, mevcut turizm olanaklarının bütün yıla yayılması ve alternatif turizm çeşitlerinin oluşturulması açısından çalışma önem kazanmaktadır. Özellikle turistlerin Uzak Doğu ülkelerinden gelmesi, yoga turizmi açısından potansiyeli artırmaktadır. Bu nedenle;

- Yapılacak turizm planlamalarında yoga turizmi ile ilgili kararların alınması,
- Yoga kampı için çok uygun alanlarda tesisleşmelerin gerçekleştirilmesi,
- Bu alanlara olan ulaşım imkanının artırılması,
- İletişim ve elektrik imkanlarının iyileştirilmesi,
- Yöredeki insanlara, yoga turizmi ile ilgili planlamalar dâhilinde gerekli eğitimin verilmesi,
- Safranbolu'nun turizmden daha fazla pay almasını sağlayacaktır.

EVALUATION OF SAFRANBOLU IN TERMS OF YOGA CAMPING TOURISM POTENTIAL

Abstract

People participate in activities carried out in natural environments to relax physically and spiritually. Alternative types of tourism have also emerged in order to meet this need of people. Yoga tourism, which is one of the alternative tourism types, constitutes the subject scope of the study. Safranbolu district has been determined as the scope of the area because it has a high potential for yoga camp with its natural and cultural attractions. The purpose of this research is to determine the suitable areas for yoga camp in Safranbolu district. This study is of importance in terms of increasing the diversity of alternative tourism in this district, which is an important destination region in terms of tourism. The absence of any studies on yoga tourism in the research area constitutes the justification for the study. The Analytical Hierarchy Process (AHS) method, which is one of the Multi-Criteria Decision Making (MPC) methods, was chosen as the method of this study because it is widely used in conformity analyses. In line with the purpose of the study, both the literature was scanned and yoga campsites were tried to be determined by taking into account the expert opinions and geographical features of the district. While determining suitable areas for yoga camp, the criteria included in the analysis are topography (slope, aspect), climatic characteristics (average temperature), distance to water sources, wooded areas, residential areas, transportation networks and landslide areas. Residential areas, areas where industrial enterprises are located and agricultural areas are excluded from the analysis as unused areas. When the map obtained as a result of the analysis was examined, it was determined that 7.18% (41.3 km²) of the study area is very suitable for yoga campsite. There are very suitable areas on the border of Eflani, around the Sırçalı and Düzce Canyons. However, as a result of field observations in these areas, it has been concluded that there are no studies on yoga tourism. It is thought that by planning and carrying out studies for yoga tourism in Safranbolu, both local and foreign tourists will prefer this region.

Keywords: Safranbolu, Yoga Camping Area, Yoga Tourism

KAYNAKÇA

- Albayrak, A. (2013). *Alternatif Turizm*, Ankara: Detay Yayıncılık, ISBN: 978-605-5216-31-3.
- Altay, T. ve Aydın, F. (2020). Yerel halkın turizme yaklaşımı: Safranbolu Örneği, *Türk Coğrafya Dergisi* (75), 81-94.
- Ayaz, N., Apak, Ö. C. ve Batı, T. (2016). Yöneticilerin kültür turizmi algısı: Safranbolu destinasyonu örneği, *Uluslararası Türk Dünyası Turizm Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 84-96.
- Aydın, F. (2018). Kültürel turizmin ekonomik, sosyal ve çevresel etkilerine yönelik bir araştırma: Safranbolu örneği, *Journal of History Culture and Art Research*, 7(2), 461-474.
- Aydın, F., Çepni O. ve Turgut, T. (2017). Investigation of alternative tourism type and sights via geographic information systems: *The example of Safranbolu*, *4th International Workshop on Geoinformation Science: GeoAdvances*, 4(4), 97-100.
- Aydoğdu Atasoy, Ö. (2021). Spiritüel turizm köyü modeli: Erdek. *Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 4 (BCS 21 Özel Sayısı), 20-28.
- Butler, R.W. (1990). Alternative tourism: Pious hope or Trojan Horse, *Journal of Travel Research*, Winter, 40-45.
- Çetinkaya, A. (1998). *Alternatif turizm türlerinin Safranbolu'da uygulanabilirliği* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Turizm Anabilim Dalı. İstanbul.
- Diker, O. ve Çetinkaya, A. (2016). Erişilebilir turizm açısından Safranbolu turizm destinasyonunun uygunluğunun değerlendirilmesi. *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* Özel Sayı:2, 111-125.
- Dünya Turizm Örgütü, (1985). The role of recreation management in the development of active holidays and special interest tourism and consequent enrichment of the holiday experience. Madrid: World Tourism Organization.
- Gogo, A.F.C. (2014). *Factors determining tourists choice of camp sites in wildlife protected areas: A case study of Lake Nakuru National Park Kenya*. Lap Lambert Academic Publishing, ISBN: 978-3-659-74681.

- Gültekin, Y.S. ve Girti Gültekin, P. (2012). Kabatepe Orman Kampı-karavan ve çadırlı kamp alanının rekreasyonel değerinin korunması ve geliştirilmesine ilişkin öneriler. *I.Rekreasyon Araştırmaları Kongresi*, Antalya, Türkiye.
- Gürbüz, A. (2003). Yerel kalkınma stratejisi içinde turizm ve Safranbolu. *Bilig* (24), 29-48.
- Iyengar, B. K. S. (2016). *Yoga ve siz* (2. Baskı). Okyanus Yayıncılık. İstanbul. ISBN: 9782656529388.
- Kandemir Altunel, G., Özer, Y. ve Akova, O. (2020). Turizmde maneviyat arayış aracı olarak yoga, *Türk Turizm Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 152-163.
- Kavas E. (2009). Analitik hiyerarşik süreç yöntemiyle İzmir ilinde heyelan duyarlılığının coğrafi bilgi sistemleri tabanlı incelenmesi, *TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi (CBS2009)*, İzmir, Türkiye.
- Koçoğlu, C. M., Saraç, Ö. ve Batman, O. (2020). Safranbolu'da sürdürülebilir turizm gelişmesine yönelik yerel halkın tutumları, *Türk Turizm Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 202-219.
- Koçyiğit, A. (1987). Karabük-Safranbolu Tersiyer Havzası Kuzey kenarının stratigrafisi ve niteliği. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 30, 61-69.
- Kozak, M.A., Evren, S. ve Çakır, O. (2013). Tarihsel süreç içinde turizm paradigması, *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi*, 24(1), 7-22.
- Lehto, X., Brown, S. ve Morrison, A. (2006). Yoga tourism as a niche within the wellness tourism market, *Tourist Recreation Research*, 31(1), 25-35.
- Malczewski, J. (1999). *GIS and Multicriteria Decision Analysis*, John Wiley and Sons. ISBN: 978-0-471-32944-2.
- Marion, J.L., Wimpey, J., Arredondo, J. ve Meadema, F. (2019). Sustainable camping “Best Management Practices”. *USDI U.S. Geological Survey Virginia Tech Field Unit*.
- Martín, X., Martínez, A., Gordon, J. (2022). Methodology to diagnose the integration of campsites in rural cultural landscapes—an applied research in Catalonia, Spain. *Land*, (11) 365.
- Özdemir, Ü. (2011). Safranbolu'nun kültürel miras kaynakları ve korunması. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 16 (26), 129-142.

- Öztürk, D. ve Batuk, F. (2010), Konumsal karar problemlerinde analitik hiyerarşi yönteminin kullanılması, *Yıldız Teknik Üniversitesi Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi* (28), 124-137.
- Saaty, T.L. (1980). *The analytic hierarchy process: Planning, priority setting, resource allocation*, McGraw-Hill Companies. ISBN: 978-0070543713.
- Saaty, T.L. (2004). *Mathematical methods of operations research*, Dover Publications, 415-447.
- Saraswati, S. J. (2001). *Yoga* (3. Baskı). Okyanus Yayıncılık. İstanbul. ISBN: 9789757200895.
- Sarı, Y. ve Şenel, E. (2018). Bir ekorekreasyon faaliyeti olarak yoga turizmi üzerine bir inceleme. *Uluslararası Kırsal Turizm ve Kalkınma Dergisi*, 2 (2), 20-23.
- Sayman, E. (2021). *Yoga turizmi deneyimi ile yaşam kalitesi arasındaki ilişkide kişiliğin aracı etkisi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Turizm İşletmeciliği Ana Bilim Dalı. Denizli.
- Şahin, M. ve Toroğlu, E. (2020). Analitik hiyerarşi prosesi (AHP) kullanılarak Pınarbaşı ilçesi (Kayseri) arazilerinin tarımsal uygunluk derecelerinin belirlenmesi. *Türk Coğrafya Dergisi* (75), 119-130.
- Şenel, E. (2018). *Rekreatif bir faaliyet olarak yoga eğitim inziva kamplarının turistik değeri üzerine bir inceleme* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Turizm İşletmeciliği Anabilim Dalı. Eskişehir.
- Tan, Y.E. (2019). *Karabük ve Safranbolu Havzasının karst jeomorfolojisi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Karabük.
- Tombuş, F.E. (2005). *Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak erozyon risk belirlemesine yeni bir yaklaşım, Çorum ili örneği* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı. Eskişehir.

- Topay, M. ve Koçan, N. (2009). Kamping / çadırılı kamp için alan seçim kriterlerinin belirlenmesi ve Bartın-Uluyayla'da örnek bir uygulama. *Turkish Journal of Forestry*, 10 (1), 116-128.
- Vivekananda, S. (2014). *Patanjali''nin yoga bilimi, Yoga sutraları*. (2. Baskı), Purnam Yayınları. İstanbul. ISBN: 9786058564039.
- Weaver, D. (1991). Alternative to mass tourism in Dominica, *Annals of Tourism Research*, 18, 414-432.
- Weaver, D. (2006). *Sustainable tourism: Theory and practice*, Elsevier-Butterworth-Heinemann. Oxford. ISBN: 9780750664387.
- Yılmaz, K. (2018). Safranbolu'da turizm sektörünün stratejik analizi: Fırsatlar ve tehditler. 207-2015, *Business and Organization Research International Conference*, Safranbolu, Türkiye.

3.BÖLÜM

ILGAZ DAĞLARI'NIN LANDSAT UYDU GÖRÜNTÜLERİYLE 1984, 2000 VE 2021 YILLARINDAKİ NDVI (NORMALİZE EDİLMİŞ FARK BİTKİ ÖRTÜSÜ İNDEKSİ) DEĞİŞİMİNİN BELİRLENMESİ⁵

Doktorant Kâmile ZEREN⁶
Uzman Murat AĞACABAY⁷

Amaçlar

- Ilgaz Dağları'nın 1984, 2000 ve 2021 yıllarındaki NDVI değerlerini tespit etmek
- Ilgaz Dağları'nın yıllara göre bitki örtüsü yoğunluğunun değişimini tespit etmek
- Ilgaz Dağları'nın bitki örtüsü yoğunluğu değişiminin sonuçlarını yorumlamak

⁵ Bu çalışmanın bir kısmı UCEK-IV (Uluslararası Coğrafya Eğitim Kongresi) 2022'de "Ilgaz Dağları'nın Landsat Uydu Görüntüleri Vasıtasıyla 1984, 2000 ve 2021 Yıllarındaki Bitki Örtüsü Değişiminin Belirlenmesi" başlığıyla bildiri olarak sunulmuştur.

⁶ Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Karabük, Türkiye. zerenkamile1@gmail.com, ORCID: 0000-0003-0034-9563.

⁷ Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Karabük, Türkiye. agcabaymurat23@gmail.com, ORCID: 0009-0006-3570-3189.

GİRİŞ

Türkiye zengin florasıyla tüm Avrupa kıtasından daha fazla endemik bitki türüne ev sahipliği yapmaktadır. Türkiye'nin florasındaki bu olağanüstü çeşitlilik; farklı iklim tiplerinin görülmesi (karasal iklim, okyanusal iklim ve Akdeniz iklimi), jeolojik ve jeomorfolojik anlamda çeşitlilik, zengin su kaynakları (deniz, göl ve akarsu), kısa mesafeler içerisinde değişen büyük yükselti farkları (deniz seviyesinden 5000 metreye kadar), habitat zenginliği ve üç fitocoğrafik bölgenin (Avrupa-Sibirya, İran-Turan ve Akdeniz) sınırları içerisinde yer almasından kaynaklanmaktadır. Anadolu milyonlarca yıllık jeolojik mazisinde Asya, Avrupa ve Afrika kıtaları arasında köprü konumunda olmuştur (Özhatay, Byfield ve Atay, 2005).

Türkiye'de bitki örtüsü bakımından zengin alanlardan birisi olan Ilgaz Dağları önemli nadir, endemik ve relik bitki türlerini bünyesinde barındırmaktadır. Aynı zamanda bu saha Türkiye'deki 122 Önemli Bitki Alanlarından (ÖBA) bir tanesini oluşturmaktadır. Ancak söz konusu sahada kayak tesislerinin, resmî kurumlara ait sosyal tesislerin ve otellerin sayısı artmaktadır. Ayrıca, orman yangınları, ağaç kesimi, aşırı otlatma etkinlikleri ve tarım ve hayvancılık faaliyetleri Ilgaz Dağları'nın karşılaştığı diğer tehlikeler arasındadır (Avcı, 1999; Özhatay vd., 2005). Bu durum, alanda yayılış gösteren bitki ve hayvan türlerini tehdit etmektedir. Biyoçeşitliliğinin korunması ve gelecek nesillere aktarılması için 2873 sayılı Milli Parklar Kanunu kapsamında, 1976 yılında Ilgaz Dağı Milli Park ilan edilerek koruma altına alınmıştır (Aydınözü, İbret ve Aydın, 2012).

Yeşil bitki örtüsü, yapraklarında bulunan klorofil maddesini kullanarak fotosentez işlemini gerçekleştirir. Fotosentez sırasında güneşten gelen elektromanyetik enerjinin 0.63µm – 0.69µm dalga boyu aralığında olan ve kırmızı ışığa karşılık gelen kısmını kullanır. Bu sebeple, kırmızı ışığın yansımaları ölçen bir uydu görüntüsü, canlı bitki örtüsünün yoğun olduğu alanlarda düşük sayısal değerlere sahip olmaktadır. Öte yandan, bitkiler 0,7 µm ve daha yüksek dalga boyuna sahip elektromanyetik enerjiyi bünyelerine almaz ve geri yansıtır. Dolayısıyla, canlı bitki örtüsünün yoğun olduğu alanlar, yakın kızılötesi elektromanyetik enerjinin yansımaları ölçen bir uydu görüntüsünde yüksek sayısal değerlere sahip olmaktadır (Kandemir, 2010).

Uzaktan algılama teknolojisinde yeşil bitki örtüsünün izlenmesinde çok kullanılan araçlardan biri NDVI (Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi) analizidir. NDVI, bitki örtüsü için en yüksek ve en düşük yansıma değerlerindeki bantlardan hesaplanan bir oran olup sağlıklı ve yeşil bitki örtüsünü ifade eden bir ölçüdür (Polat, 2020). NDVI, uydu görüntülerinin yakın kızıl ötesi (NIR) ve kırmızı (RED) ışık dalga boyunda algılama yapan bantlardan hesaplanmaktadır (Yıldız, Mermer, Ünal, Akbaş, 2012). NDVI yakın kızıl ötesi (NIR) ve görünür kırmızı (R) bantları arasındaki zıtlığı arttırmak veya iki banttaki bilgiyi tek banda toplayarak, bitki varlığını incelemek üzere normalize edilmiş bitki indisidir. Normalize edilmiş bitki indisi değerleri veya yakın kızılötesi bandı, kırmızı bantla oranlayarak elde edilen sonuçlar yeşil bitki örtüsüyle ilgili bilgiyi verdiği gibi bitkinin zayıf olduğu veya bitkisiz boş alanları da belirlemektedir (Soydan ve Benliay, 2020).

Bu çalışmada Ilgaz Dağlarının Uzaktan Algılama Teknikleri ile NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) bitki örtüsü yoğunluk analizi incelenmiştir. Uzaktan Algılama Teknikleriyle, arazi kullanım ve bitki örtüsü gelişme evreleri birçok farklı yöntem ve indeksler ile yapılmaktadır. Bu indekslerden Normalize Fark Bitki İndeksleri (NDVI), iklim ve insan kaynaklı bitki örtüsü değişimlerini izlemede en çok kullanılan yöntemlerden birini teşkil etmektedir (Çelik ve Karabulut, 2013).

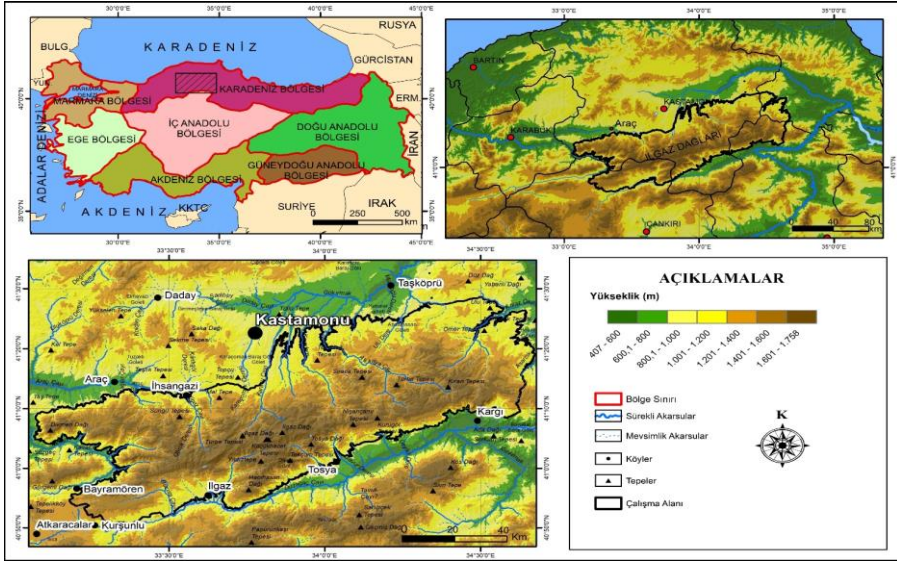
Çalışmanın alan kapsamını Ilgaz Dağları, konu kapsamını ise NDVI bitki yoğunluk değişimi oluşturmaktadır. Araştırmanın amacı ise; Ilgaz Dağları'nın 1984, 2000 ve 2021 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri kullanılarak bitki örtüsü yoğunluğunun zaman içerisinde meydana gelen değişimini uzaktan algılama yardımı ile belirlemektir. Belirtilen amaca uygun olarak, Landsat uydu görüntüleri ve coğrafi bilgi sistemleri ile aşağıdaki sorulara yanıt aranacaktır:

- Ilgaz Dağları'nda 1984, 2000 ve 2021 yıllarındaki NDVI bitki örtüsü yoğunluğu nasıldır?
- Bitki örtüsü yoğunluğu yıllar içinde alansal olarak nasıl bir değişim geçirmiştir?

1. Çalışma Alanı

Ilgaz Dağları, Batı Karadeniz Bölümü'nde, Kastamonu ile Çankırı il sınırları içerisinde yer almaktadır. Karadeniz Bölgesi'nin Batı Karadeniz Bölümü'ndeki en yüksek dağ kütlesi (zirvesi 2587 m) olan Ilgaz Dağları, İç Anadolu'yu Karadeniz Bölgesi'nden ayıran en önemli silsiledir. Burada iklimin yükseltiyle birlikte değişmesiyle İç Anadolu'nun step bölgelerinden ormanlara geçilmektedir. Çevresine oranla nemli iklimatik şartlar gösteren bu dağlarda orman örtüsü gelişmiş olup bu ormanları oluşturan göknar ve çamların boyları yer yer 30 metrenin üzerine çıkmaktadır. Çalışma alanı 4.439,7 km² 'dir ve 33° 00' 00" D ile 34° 40' 00 "D boylamları ile 40° 50' 00" K ile 41° 30' 0" K enlemleri arasında yer almaktadır (Harita 1). Yaklaşık 160 kilometrelik bir uzunluğa sahip olan Ilgaz Dağları, Karadeniz'den Orta Anadolu'ya geçiş kuşağı üzerinde bulunmakta ve güneybatı kuzeydoğu doğrultusunda uzanmaktadır. Ilgaz Dağları'nın orta kesiminde iki önemli zirve yer alır. En yüksek zirvesini 2587 metre ile Büyükhacet Tepe oluşturmaktadır. İkinci önemli zirve olan Küçükfacet Tepe 2546 metre yükseltiye sahiptir (Avcı, 1998). Çalışma sahasının kuzey kesiminde yükselti değerleri 1001 ile 1500 metre arasında değişmektedir. Güneyde ise 1001 ile 1750 metre arasındadır. Çalışma sahasının orta kesiminde yükselti değerleri fazla iken kuzeye ve güneye doğru yükselti değerleri azalmaktadır. Yükselti değerlerinde farklılıkların yaşanması iklim parametrelerinde değişikliğe yol açarak sahaya hâkim olan bitki örtüsünün türü ve çeşidinin farklı olmasında etkili olmaktadır.

Çalışma sahasını meydana getiren Ilgaz Dağ silsilesi nemli Karadeniz iklimi ile karasal iklim arasında geçiş özelliği göstermektedir. Ilgaz Dağları'nın kuzey yamaçlarında nemli bir iklim görülürken güney yamaçlarında kurak bir iklim hâkimdir. Bu durum bitki örtüsünün farklılaşmasını da beraberinde getirmiştir. Kuzey yamaçlar nemli ormanlar ile kaplıken güneye bakan yamaçlarda kurakçıl bitki örtüsü yayılmış göstermektedir.



Harita 1: Ilgaz Dağları'nın Lokasyon Haritası.

Çalışma sahasının bitki örtüsü özellikleri incelendiğinde sahada iğne yapraklılar ormanların geniş bir yayılımının olduğu söylenebilir. Aynı zamanda söz konusu alanda geniş yapraklı ve karışık yapraklı ağaçlar yayılış göstermektedir. Çalışma sahasında bulunan bitki örtüsünü insan faaliyetleri nedeniyle tehdit altındadır. Özellikle kayak faaliyetleri, sosyal tesislerin varlığı, tarım ve hayvancılık, yangınlar ve ağaç kesme gibi faaliyetler bitki örtüsüne zarar vermektedir. Nitekim çalışmanın da amacını oluşturan Ilgaz Dağları'nın 1984, 2000 ve 2021 yılları arasındaki bitki örtüsünün değişimi haritalarında bu durum açık bir şekilde görülmektedir. Ancak çalışma sahasının 1976 yılında Milli Park ilan edilmesinden sonra söz konusu alan korunmuş ve yıllar içinde bitki örtüsü yoğunluğu artmıştır. Ilgaz Dağları'nın kuzeye bakan kesimleri nemli Karadeniz ikliminin etkisi altındadır. Bu alanlarda sapsız meşe (*Quercus petraea*), saplı meşe (*Q. Robur*) ve macar meşesi (*Q. frainetto*), karaçam (*Pinus nigra*) gürgen (*Carpinus betulus*) ve doğu kayını (*Fagus orientalis*) yayılış göstermektedir. Daha fazla güneş alan güney bakılı yamaçlarda ise orman tahribatı yüksektir ve bu sahada kurakçıl ağaç türleri tüylü meşe (*Q. pubescens*), mazı meşesi (*Q. infectoria*) ve saçlı meşe (*Q. cerris*) yayılış göstermektedir. Bunlara yer yer boylu ardıç (*Juniperus excelsa*) ve kokulu ardıç (*J. foetidissima*) türleri katılır. Ayrıca

Tablo 1: Kullanılan Landsat Uydu Görüntüleri ve Özellikleri.

| Uydu Adı | Tarih | Çözünürlük | Bulutluluk Oranı |
|---------------------------|--------------------------|------------|------------------|
| Landsat 5 TM | 03.08.1984 06.08.2000 | 30 m | % 10 |
| Landsat 8 OLI/TIRS | 31.07.2021 | 30 m | % 10 |

(Kaynak: Url 1).

Bitki örtüsünün yoğunluğunu, sağlıklı veya sağlıklı olma durumunu tespit etmek, kuraklığı izlemek ve tarımsal verimliliği tahmin etmek için en çok kullanılan yöntemlerden birisi olan NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) analizi ve yıllara göre NDVI değişimi ArcMap 10.8 ortamında NDVI hesaplaması yapılarak oluşturulmuştur.

Uzaktan algılama teknolojisinde yeşil bitki örtüsünün izlenmesinde en çok kullanılan araçlardan biri Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) verileridir. NDVI, uydu görüntülerinin yakın kızıl ötesi (NIR) ve kırmızı (RED) ışık dalga boyunda algılama yapan bantlardan hesaplanmaktadır. Bu iki dalga boyunun matematiksel modellemesi ile oluşturulan NDVI, bitkilerin biyokütle miktarı ve yaprak alan indeks değerinin ana göstergesi olarak kabul edilmekte ve büyüme döneminde bitki gelişiminin izlenmesi ve verim tahmini amacıyla kullanılmaktadır (Yıldız vd., 2012).

NDVI değerleri -1 ile +1 arasında değişen aralıkta ifade edilmektedir. Vejetasyonun yoğun olduğu bölgelerde NDVI +1'e yaklaşırken, bitki örtüsünün seyrekleşmesi ve çıplak toprakta NDVI değeri -1 ve sıfıra yaklaşmaktadır. Bulut, su ve kar gibi farklı nesnelere NDVI indeks değerleri ise -1'e yakındır (Hatfield, Kanemasu, Asrar, Jackson, Pinter, Reginato, Id, 1985; akt: Sabuncu ve Özener, 2019). NDVI değerlerinde çorak kaya, kum veya kar alanları genellikle çok düşük NDVI değerleri gösterir (örneğin, 0,1 veya daha az). Çalılar ve otlaklar gibi seyrek bitki örtüsü orta düzeyde NDVI değerlerine (yaklaşık 0,2 ila 0,5) sahiptir. Yüksek NDVI değerleri (yaklaşık 0,6 ila 0,9) ise ılıman ve tropik ormanlarda veya en yüksek büyüme aşamasındaki mahsulde bulunanlar gibi yoğun bitki örtüsüne karşılık gelmektedir (Tablo 2, Url 2).

NDVI (Normalleştirilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi) Formülü:

$$NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red)$$

$$Landsat 4-7 data, NDVI = (Band 4 - Band 3) / (Band 4 + Band 3)$$

$$Landsat 8-9 data, NDVI = (Band 5 - Band 4) / (Band 5 + Band 4)$$

(Kaynak: Özyavuz, Bilgili ve Salıcı, 2015).

NDVI hesaplamasındaki NIR ışık spektrumunu yakın kızılötesi dalga boyu (0.68 – 0.78 μ m), RED ise kırmızı dalga boyunu (0.61 – 0.68 μ m), NDVI (birimsiz) ise vejetasyon indeks değerini temsil etmektedir (Tucker vd., 2005; akt. Yıldız vd., 2012).

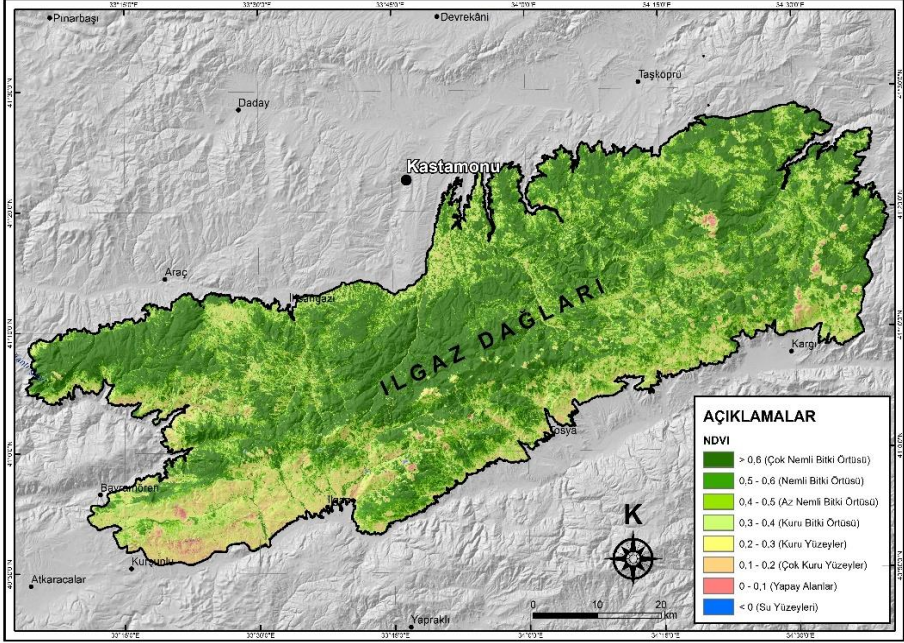
Tablo 2: NDVI Değerleri ve Temsil Ettiği Birimler.

| NDVI | Sonucu |
|------------|---|
| -1 - 0 | Su kütlelerini temsil etmektedir. |
| -0.1 - 0.1 | Çorak kayalar, kumu veya karı temsil etmektedir. |
| 0.2 - 0.5 | Çalılar ve otlakları veya yaşlanan bitkileri temsil etmektedir. |
| 0.6 - 1.0 | Yoğun bitki örtüsünü veya tropikal yağmur ormanlarını temsil |

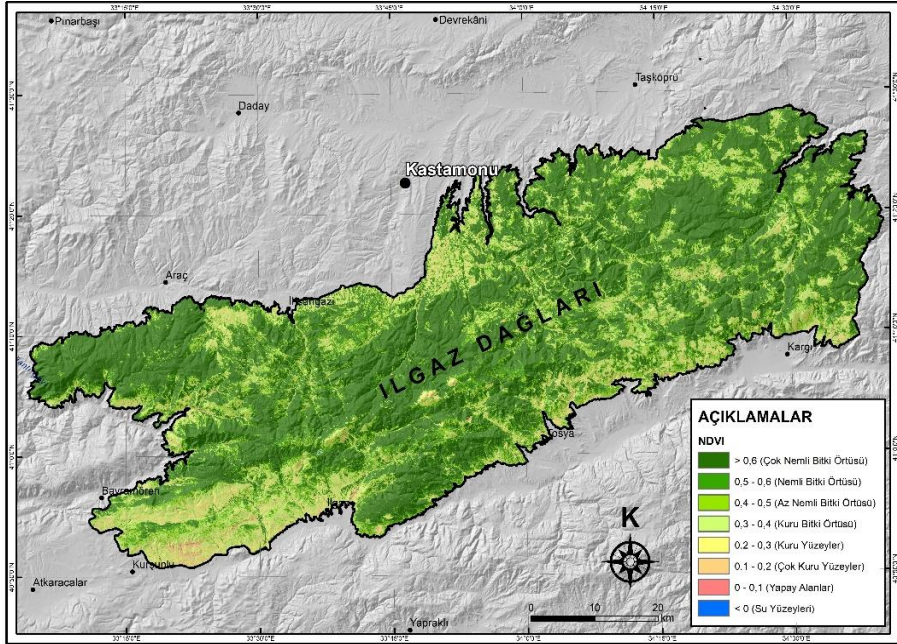
(Kaynak: Url 2).

3. Bulgular

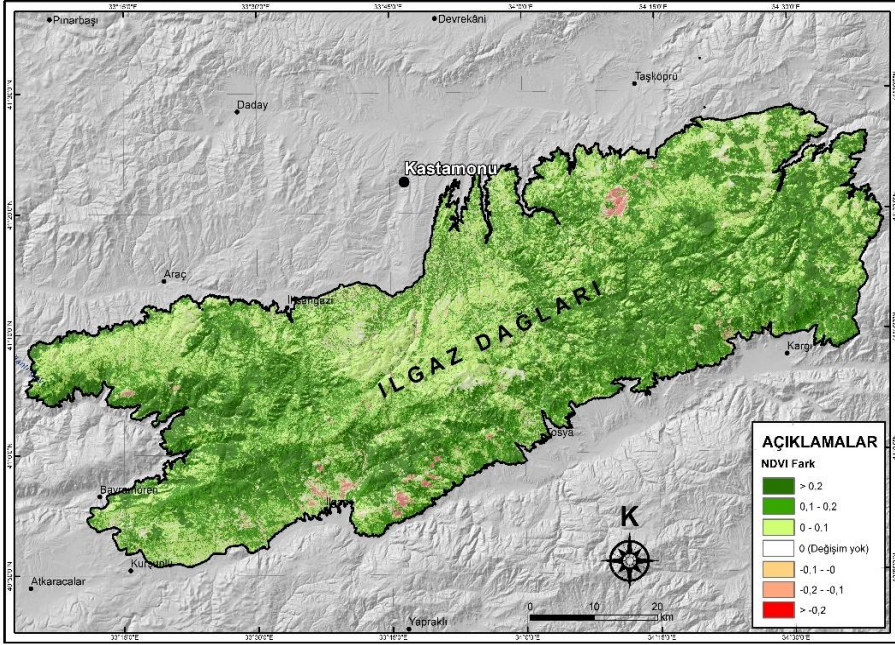
Çalışma sonucunda bitki örtüsü yoğunluğunun 1984 yılı ile karşılaştırıldığında 2000 ve 2021 yılında arttığı, yapay olarak oluşturulan alanların ve çok kuru yüzeylerin azaldığı tespit edilmiştir (Harita 3, 4, 5). Yapay alanlar 1984 yılında 1751 ha alan kaplarken 2000 yılında 324 ha düşmüş ve 2021 yılında 474 ha yükselmiştir. Çok kuru yüzeyler 1984 yılında 15,064 ha iken 2000 yılında büyük bir azalma göstererek 4839 ha düşmüştür. 2021 yılında ise söz konusu düşüş devam etmiştir (2979 ha). En büyük değişimin yaşandığı alan ise çok nemli bitki örtüsünde olmuştur. 1984 yılında 189,687 ha alan kaplayan çok nemli bitki örtüsü 2000 yılında 236,528 ha ve 2021 yılında 330,553 ha yükselmiştir.



Harita 3: Ilgaz Dağları'nın 1984 Yılına Ait NDVI Bitki Örtüsü Yoğunluk Haritası.



Harita 4: Ilgaz Dağları'nın 2000 Yılına Ait NDVI Bitki Örtüsü Yoğunluk Haritası.



Harita 8: Ilgaz Dağları'nın 1984-2021 yılları arası NDVI Farkı.

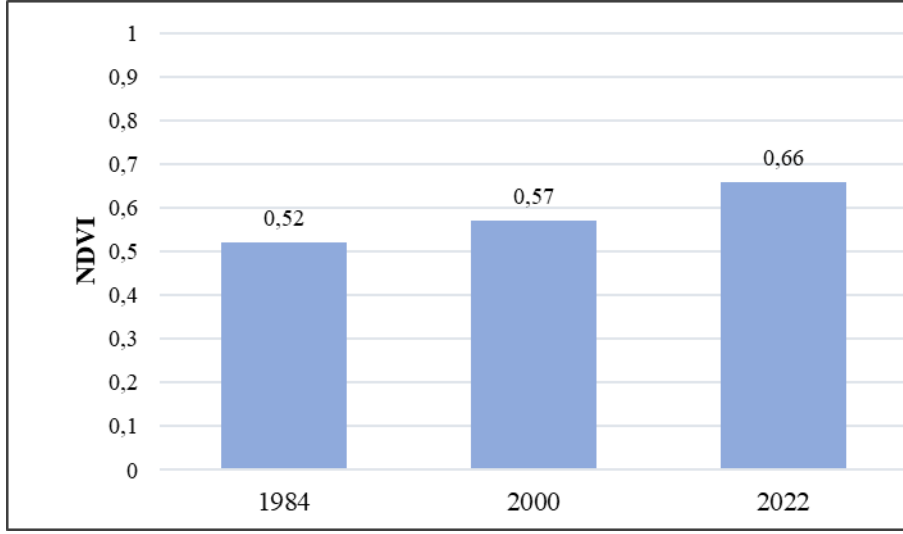
Tablo 3: Ilgaz Dağları'ndaki NDVI değerlerinin 1984, 2000 ve 2021 Yıllarına Ait Alansal Değişimi.

| NDVI | Açıklama | 1984 (Ha) | 2000 (Ha) | 2021 (Ha) |
|---------------|------------------------|-----------|-----------|-----------|
| < 0 | Su Yüzeyleri | 141 | 24 | 45 |
| 0 - 0,1 | Yapay Alanlar | 1,751 | 324 | 474 |
| 0,1 - 0,2 | Çok Kuru Yüzeyler | 15,064 | 4,839 | 2,979 |
| 0,2 - 0,3 | Kuru Yüzeyler | 41,409 | 31,402 | 10,123 |
| 0,3 - 0,4 | Kuru Bitki Örtüsü | 56,706 | 54,802 | 22,299 |
| 0,4 - 0,5 | Az Nemli Bitki Örtüsü | 64,038 | 56,096 | 31,427 |
| 0,5 - 0,6 | Nemli Bitki Örtüsü | 74,761 | 59,543 | 45,658 |
| > 0,6 | Çok Nemli Bitki Örtüsü | 189,687 | 236,528 | 330,553 |
| TOPLAM | | 443,558 | 443,558 | 443,558 |

Elde edilen NDVI değerleri yıllara göre artış göstermiştir. NDVI değerleri 1984 yılında 0,52 ve 2000 yılında 0,57'dir. En yüksek NDVI değeri 0,66 ile 2021 yılında gözlenmiştir (Tablo 4; Grafik 1).

Tablo 4: Ilgaz Dağları'nın 1984, 2000 ve 2021 Yılına Ait NDVI Değeri.

| | 1984 | 2000 | 2021 |
|-------------|------|------|------|
| NDVI Değeri | 0,52 | 0,57 | 0,66 |

**Grafik 1:** Ilgaz Dağları'nın 1984, 2000 ve 2021 Yıllarına Ait NDVI Değeri

4. Sonuç

Gerçekleştirilen bu çalışma ile Batı Karadeniz Bölümü'nün en yüksek dağı olan Ilgaz Dağları'nın NDVI değişimi incelenmiştir. Çalışma sahasına ait 1984, 2000 ve 2021 yıllarına ait üç farklı tarihin Landsat uydu görüntüleri kullanılarak uzaktan algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ile NDVI bitki örtüsü analizi yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, NDVI değeri 0'ın altında olan su yüzeylerinin 1984'te 141 ha kaplarken 2000'de 24 ha'a düşmüş ve 2021'de ise bir artış göstererek 45 ha'a yükselmiştir. NDVI değeri 0 ile 0,1 arasında olan yapay alanlar 1984'te 1.751 ha, 2000'de 324 ha ve 2021'de 474 ha olmuştur. NDVI değeri 0,1 ile 0,2 arasında olan çok kuru yüzeyler 1984'te 15.064 ha, 2000'de 4.839 ha ve 2021'de 2.979 ha'a gerilemiştir. NDVI değeri 0,2 ile 0,3 arasında olan kuru yüzeyler 1984'te 41.409 ha, 2000'de 31.402 ha ve 2021'de 10.123 ha olmuştur. NDVI değeri 0,3 ile 0,4 arasında olan kuru bitki örtüsü 1984'te 56.706 ha, 2000'de 54.802 ha ve 2021'de 22.299 ha'dır.

NDVI değeri 0,4 ile 0,5 arasında olan az nemli bitki örtüsü 1984'te 64.038 ha, 2000'de 56.096 ha ve 2021'de 31.427 ha olmuştur. NDVI değeri 0,5 ile 0,6 arasında olan nemli bitki örtüsü 1984'te 74.761 ha kaplarken 2000'de 59.543 ha'a düşmüş ve 2021'de ise bir düşüş devam ederek 45.658 ha olmuştur. Çalışma sahasında otuz yedi yıllık süreç içerisinde çok nemli bitki örtüsü alansal olarak artış gösterirken, diğer alanlarda azalma meydana gelmiştir. NDVI değeri 0,6'nın üzerinde olan çok nemli bitki örtüsü ise 1984'te 189,687 iken 2000'de 236,528 ha, 2021'de ise 330,553 ha olmuştur. Bitki örtüsü yoğunluğunun 1984'te 0,52, 2000'de 0,57 ve 2021'de ise 0,66 olduğu tespit edilmiştir. Ilgaz Dağları'nın 1976 yılında Milli Park ilan edilmesinden sonra söz konusu alan korunarak yıllar içinde bitki örtüsü yoğunluğunda artış meydana gelmiştir.

5. Öneriler

Son yıllarda tatil anlayışının, ekoturizm tarzına doğru eğilim kazanması, tabiatın daha az tahrip olduğu milli park gibi korunan alanlardaki ilgiyi artırmıştır. Ilgaz Dağları floristik açıdan hem sahip olduğu tür zenginliği hem de endemizm oranıyla (%15,8) dikkati çekmektedir. Bu türlerin yerinde tanıtımına fırsat verecek düzenlemelerin yapılarak toplumdaki doğa koruma bilincinin artırılmasını sağlanmalıdır. Ayrıca Milli Park sınırlarına yakın bölgelerdeki açık alanlarda, çok sayıda küçük ve büyükbaş hayvanın bulunması, bölge için hayvan taşıma kapasitesine yönelik bir çalışmanın olmadığı izlenimini uyandırmaktadır. Bu sebeple Ilgaz Dağları'ndaki tür çeşitliliğinin tehlike altına girmemesi için, konuyla ilgili uzman kişilerin dikkatine sunulması gerekmektedir.

Bitki örtüsü varlığı ve yoğunluğunun yıllar içindeki süreçte tahrip edilmesiyle, ormanlar doğal niteliklerini kaybetmekle karşı karşıya kalmaktadır. Artan çevresel endişelerle birlikte, tarım ve yerleşim alanlardaki değişimler söz konusudur. Çalışma sahasındaki orman alanlarını ve doğal ortam özelliklerini koruyucu, geliştirici politikaların üretilmesi ve sürdürülebilirliğinin sağlanması gerekmektedir. Kırsal kalkınma destekli iş birliği ve planlı yerleşimlerin teşviki, arazi kullanımındaki değişikliklerin planlı ve geleceğe yönelik yapılması, bu değişimlerdeki olumsuzlukları ortadan kaldıracabilecek potansiyelleri ortaya çıkarmada faydalı olacaktır. Ilgaz

Dağları'nda bitki örtüsünden yoksun sahaların uygun bitki örtüsü ile ağaçlandırma faaliyetleri yapılmalıdır. Yönetim planı hazırlanmalı ve sürdürülebilir kullanımı sağlanmalıdır.

DETERMINATION OF NDVI (NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEX) CHANGE IN 1984, 2000 AND 2021 WITH LANDSAT SATELLITE IMAGES OF ILGAZ MOUNTAINS

Abstract

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), calculated from satellite images, is widely used in monitoring green vegetation on earth. NDVI, which is an index indicating the density of the plant, is obtained based on the remote sensing method. In this study, NDVI vegetation index was obtained for Ilgaz Mountains, the highest mountain mass of the Western Black Sea Region, by using remote sensing techniques and geographic information systems. The aim of the study is the change in vegetation density of the Ilgaz Mountains in 1984, 2000 and 2021. The fact that there has not been a study showing the change of vegetation density in the Ilgaz Mountains before makes this study important. The Ilgaz Mountains, developed on vegetation, serpentine, schist and volcanic rocks, from their skirts to their summits; sessile oak (*Quercus petraea*), stalked oak (*Quercus robur*), Hungarian oak (*Quercus frainetto*), eastern beech (*Fagus orientalis*), larch (*Pinus nigra*), Scots pine (*Pinus sylvestris*), and Kazdağı fir (*Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani*) The region dominated by trees such as) is covered with dense forests. In order to determine the vegetation density and change in the Ilgaz Mountains in 1984, 2000 and 2021, images were obtained from Landsat 5 TM and Landsat 8 OLI satellites and analyzed with remote sensing and geographic information systems. According to the results of the analysis, changes in vegetation density were determined. NDVI values are expressed in a range ranging from -1 to +1. While NDVI approaches +1 in areas with dense vegetation, the NDVI value approaches -1 and zero in sparse vegetation and bare soil. Accordingly, the NDVI value was 0.52 in 1984, 0.57 in 2000 and 0.66 in 2021. After the study area was declared a National Park in 1976, the said area was protected and the vegetation density increased over the years.

Keywords: Remote sensing, Landsat image, NDVI, Plant density, Ilgaz Mountains.

KAYNAKÇA

- Atalay, İ. (2015). Türkiye Vegetasyon Coğrafyası, Meta Basım, 1. Baskı, İzmir.
- Avcı, M. (1998). Ilgaz Dağları ve Çevresinin Bitki Coğrafyası I- II (Bitki Örtüsünün Coğrafi Dağılışı). İÜ Coğrafya Enstitüsü Dergisi, (7).
- Avcı, M. (1999). Ilgaz Dağları ve Çevresinde Doğal Bitki Örtüsü Üzerinde İnsanın Etkisi. İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi, (7), 209-229.
- Aydınöz, D., İbret, B., İbret, B. Ü. ve Aydın, M. (2012). Kastamonu Ilgaz Dağı Milli Parkında Arazi Kullanımının Analizi. Marmara Coğrafya Dergisi, (26), 108-123.
- Çelik, M. A. ve Karabulut, M. (2013). Ahır dağı (Kahramanmaraş) ve çevresinde bitki örtüsü ile yağış koşulları arasındaki ilişkilerin modis verileri kullanılarak incelenmesi (2000-2010). Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi, 1(6), 123-133.
- Hatfield J. L., Kanemasu E. T., Asrar G., Jackson R. D., Pinter P.J. Jr., Reginato R. J., Id S.B., (1985), Leaf area estimates from spectral measurements over various planting dates of wheat, Int.J. Remote Sensing, 6(1), 67-75.
- Kandemir, E. (2010). Uzaktan Algılama Tekniğinde NDVI Değerleri ile Doğal Bitki Örtüsü Tür Dağılımı Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Özhatay, N., Byfield, A. ve Atay, S. (2005). Türkiye'nin 122 Önemli Bitki Alanı. WWF Türkiye, İstanbul.
- Özyavuz, M., Bilgili, C., Salıcı, A. (2015). Determination of vegetation changes with NDVI method. Journal of Environmental Protection and Ecology 16(1):264-273.
- Polat, N. (2020). Mardin İlinde Uzun Yıllar Yer Yüzey Sıcaklığı Değişiminin İncelenmesi. Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi 2020; 2(1); 10-15.
- Sabuncu, A. ve Özener, H. (2019). Uzaktan Algılama Teknikleri ile Yanmış Alanların Tespiti: İzmir Seferihisar Orman Yangını Örneği, Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 5(2): 317-326.

- Soydan, O. ve Benliay, A. (2020). Kentsel Alanlardaki Bitki Örtüsünün Belirlenmesinde Yapay Sinir Ağları ve Uzaktan Algılama Teknolojilerinin Kullanımı. Sanat ve Tasarım Dergisi cilt 8, sayı 4.
- Tucker, C. J., Pinzon, J. E., Brown, M. E., Slayback, D. A., Pak, E. W., Mahoney, R. ve El Saleous, N. (2005). An extended AVHRR 8-km NDVI dataset compatible with MODIS and SPOT vegetation NDVI data. International Journal of Remote Sensing, 26(20), 4485-4498.
- Yıldız, H., Mermer, A., Ünal, E. ve Akbaş, F. (2012). Türkiye Bitki Örtüsünün NDVI Verileri ile Zamansal ve Mekânsal Analizi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 21(2), 50-56.
- Url 1: <https://www.earthexplorer.usgs.gov> (Erişim Tarihi: 19. 10. 2022)
- Url2:<https://www.usgs.gov/special-topics/remote-sensing-phenology/science/ndvi-foundation-remote-sensing-phenology> (Erişim tarihi: 21.12. 2022).
- Url 3:<https://www.usgs.gov/faqs/what-are-best-landsat-spectral-bands-use-my-research> (Erişim tarihi: 21.12. 2022).

4. BÖLÜM

TAŞKÖPRÜ (KASTAMONU) İLÇE MERKEZİ VE YAKIN ÇEVRESİNDE ARAZİDEN YARARLANMADAKİ DEĞİŞİMLER

Doktorant Hakan AKDAĞ⁸
Prof. Dr. Osman ÇEPNİ⁹

Amaçlar

- Taşköprü ilçe merkezi ve yakın çevresinde araziden yararlanma şekillerini belirlemek
- Taşköprü ilçe merkezi ve yakın çevresindeki araziden yararlanmada meydana gelen zamansal değişimleri tespit etmek
- Taşköprü ilçe merkezindeki araziden yararlanma hakkında, geleceğe yönelik yorumlar yapmak

⁸Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Karabük, Türkiye. hakanakdag37@gmail.com, ORCID: 0009-0005-6614-0000.

⁹Karabük Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Karabük, Türkiye. ocepni@karabuk.edu.tr, ORCID: 0000-0003-3978-8889.

GİRİŞ

İnsanların araziden yararlanma şekillerine bağlı olarak doğal ortam üzerinde gözlemlenebilir değişimler yaşanmaktadır. Şehirlerin genişlemesi başta olmak üzere orman alanlarının tahrip edilmesi, toprak erozyonundaki artış, düşük tarımsal üretkenlik gibi sorunlar zaman içinde kaynaklara erişim sıkıntılarını ortaya çıkarmaktadır. Belirtilen sıkıntılar sosyal ve politik anlaşmazlıkları artırma potansiyelini de içermektedir. Bunun yanında iyi planlanmış politikalar yardımıyla, araziden verimli şekilde yararlanmak da mümkündür (Wang vd., 2018). Son yıllarda araziden yararlanmayla ilgili akademik çalışmaların sayısında artış görülmektedir (Aydın ve Durduran, 2021). Araştırmacılar her geçen gün, araziden yararlanmadaki değişim, tarım arazilerinden yararlanma ve ormansızlaşma gibi konuları öne çıkarmaktadır (Lambin vd., 2000; Sanchez vd., 2019). Sürdürülebilir bir çevrenin oluşturulmasında arazi kullanımı büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda arazi kullanımı Sarı, 2016'ya göre bütün koşullar göz önünde bulundurularak yörenin arazi ve toprakları üzerinden en verimli şekilde faydalanma durumudur. Böylece geçmiş, günümüz ve gelecekte yaşanan doğal ortam arazilerinden daha verimli bir şekilde yararlanılması esas alınmıştır (Slough ve Sadleir, 1977; Kartal, 2024). Bu sayede yapılan ve yapılmakta olan çalışmaların başarıya ulaşabilmesi için doğal ortam özelliklerinin iyi keşfedilip potansiyel bir güce dönüştürülebilmesi gerekmektedir (Kartal, 2024).

Araziden yararlanma üzerinde insan etkisinin belirgin olduğu alanların başında şehir yerleşimleri gelmektedir (Akdağ, 2019; Liang vd., 2019). Bekdemir vd.'nin 2015'te yaptığı çalışmaya göre; yerleşmelerin, kır-şehir yerleşmesi türü olarak ayrımında nüfus miktarı ana kriter olarak değerlendirilmektedir. Bu konuda bazı araştırmacılar kır-şehir ayrımında 20.000 nüfus kriterini (Özgür, 1996: 31-32, Özçağlar, 1997: 9) kabul etmekle birlikte araştırmacıların çoğu şehirleşmenin eşik değeri olarak 10.000 nüfus kriterini (Darkot, 1972:59, Selen, 1972: 97-108, Tümertekin, 1973: 1, Emiroğlu, 1975: 127-128, Sergün, 1974-1977: 216; Karabulut, 1981: 124; Gözenç ve Günal, 1987: 30, Avcı, 1993: 250, Doğanay, 1997: 428) kabul etmektedir. Ayrıca Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) il ve ilçe merkezlerini şehir olarak kabul etmektedir (Uğur ve Aliağaoğlu, 2015, s. 2). Bu nedenle,

çalışma kapsamında Taşköprü ilçe merkezi şehir olarak değerlendirilmiştir. Şehirlerin sayısı ve mekânda kapladığı alan arttıkça çevresindeki doğal ortamda kayıplar yaşanmakta ve beraberinde çevre sorunları ortaya çıkmaktadır (Dağlı, 2015; Bayar ve Karabacak, 2020; Bayazıt, 2021). Türkiye'nin de yer aldığı Güney Batı Asya Bölgesi, Dünya üzerinde şehirleşme hızının en yüksek olduğu sahalardan biridir (Seto vd., 2011). Buna bağlı olarak Türkiye'deki şehirlerin alan bakımından genişlemesi beraberinde araziden yararlanmada ve çevresindeki doğal ortamda değişimlere sebep olmaktadır (Ünaldı, 2007; Ekinci ve Pektezel, 2012; Demir, 2021; Turan vd., 2021). Bu değişimlerin sadece yoğun nüfus barındıran büyük şehirlerde yaşandığını düşünmek yanıltıcı olabilir. Nüfus artışına bağlı olarak konut ihtiyacının da arttığı tüm şehir yerleşmelerinde araziden yararlanmada zaman içinde benzer bir değişimler beklenmelidir.

Hazırlanan bu çalışmada; Taşköprü ilçe merkezi ve yakın çevresi yukarıda anlatılan nedenlerle alan kapsamı, araziden yararlanmada meydana gelen değişimler ise konu kapsamı olarak seçilmiştir. Araştırmanın amacı ise; Taşköprü ilçe merkezi ve yakın çevresinde araziden yararlanmada meydana gelen değişimleri tespit etmek ve sonuçlarını değerlendirmektir. Belirtilen amaca uygun olarak, uydu görüntüleri kontrollü sınıflandırma yöntemiyle incelenerek aşağıdaki sorulara yanıt aranacaktır:

- Taşköprü ilçe merkezi ve yakın çevresinde 1992 ve 2021 yıllarında araziden yararlanma ne durumdadır?
- Taşköprü ilçe merkezi ve yakın çevresindeki araziden yararlanma, verilen yıllar içinde nasıl bir değişim geçirmiştir?
- Taşköprü ilçe merkezinin genişleme yönleri ve sonuçları nelerdir?

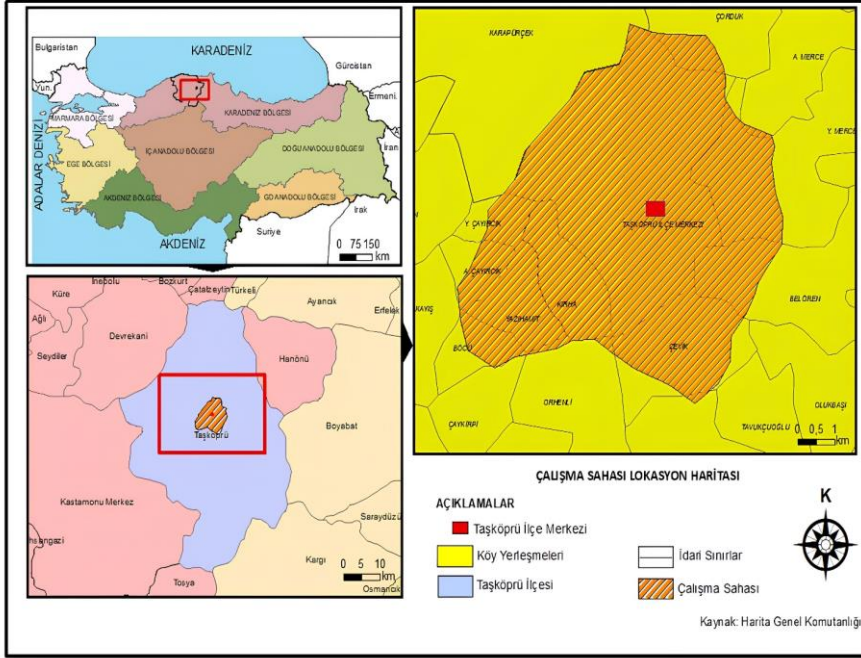
Alan yazın incelendiğinde, araştırma için seçilen sahada daha önce araziden yararlanmada meydana gelen değişimlere ilişkin herhangi bir çalışma yapılmadığı görülmekle birlikte, araziden yararlanmandaki değişimlerinin incelendiği birçok araştırmaya rastlanılmıştır (Ekinci ve Pektezel, 2012; Kara ve Karatepe, 2012; Dağlı, 2015; Akdağ, 2019; Liang, 2019; Bayar ve Karabacak, 2020; Keleş ve Durduran, 2019; Aydın ve Durduran, 2021; Demir, 2021; Surya, vd., 2021; Turan vd., 2021). Bu çalışmalar incelendiğinde, genel olarak şehirlerin nüfusunun artması ve alan bakımından genişlemesinin, doğal ortam üzerinde belirgin değişimlere neden

olduğu anlaşılmaktadır. Hazırlanan bu çalışmayla elde edilen bulguların, ekili – dikili alanları geniş ve toprak verimi yüksek olan benzer yerleşim alanlarındaki araziden yararlanma çalışmalarına örnek teşkil edeceği düşünülmektedir. Taşköprü gibi kasaba ölçeğinde olan yerleşim alanların araziden yararlanma bulgularının elde edilmesi, ülke çapında genele hitap eden daha etkin şehirleşme politikaları üretilmesine katkı sağlayacaktır. Ayrıca çalışma alanıyla ilgili yerel yönetimlerin yakın gelecekte hazırlayabilecekleri şehirleşme planlarında referans kaynağı olarak kullanılabilmesi düşünülmektedir.

Çalışma, Taşköprü ilçe merkezi ve yakın çevresiyle sınırlıdır. Bu sınır oluşturulurken, ön hazırlıklar sırasında ilçe belediyesinden alınan imar planlarından istifade edilmiş, yerleşim alanının yatay yönde genişlemesinin arazi üzerindeki olası etkileri ön planda tutularak çalışma sahası belirlenmiştir.

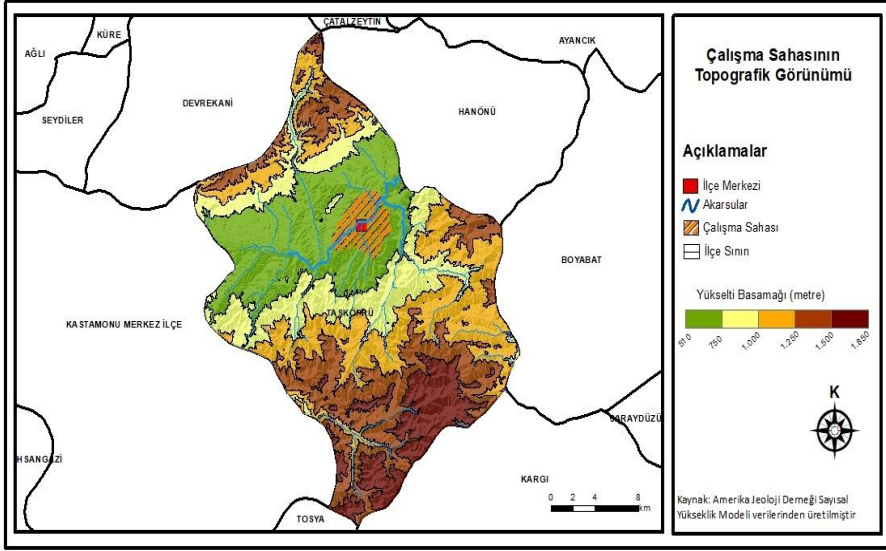
1. Araştırma Sahasının Coğrafi Özellikleri

Çalışma sahası, Taşköprü ilçe merkezi ve yakın çevresini kapsamaktadır. Çalışma sahasının bulunduğu Kastamonu iline bağlı Taşköprü ilçesinin, kuzeyinde Çatalzeytin ve Türkeli (Sinop) ilçesi, doğusunda Boyabat (Sinop) ve Hanönü ilçesi, güneyinde Tosya ve Kargı (Çorum) ilçesi, batısında ise Kastamonu Merkez ilçe ve Devrekâni ilçesi bulunmaktadır (Harita 1). Taşköprü ilçe merkezi, Kastamonu il merkezine yaklaşık 45 km uzaklıktadır.



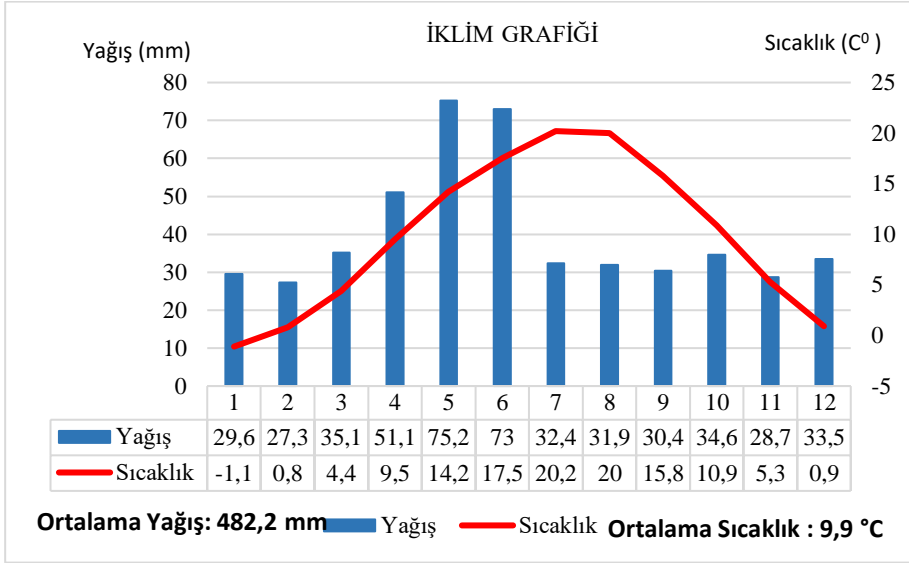
Harita 1: Taşköprü (Kastamonu) İlçe Merkezi ve Yakın Çevresinde Araziden Yararlanmadaki Değişimler Çalışması Lokasyon Haritası.

Taşköprü ilçe merkezinin kuzey ve güneyinde, yüksekliği çoğunlukla 600 m ile 800 m arasında değişen tepeler yer almaktadır (Harita Genel Komutanlığı 1/25000 ölçekli E32d3 ve F32a2 paftaları). Bu tepelik alanın gerisinde kuzeyde Çangal Dağı (1585 m), güneyde ise Saraycık Dağı (1350 m) belirgin yükseltilerdir. İlçe merkezi bu tepelik alan arasında batı-doğu yönde uzanan Gökırmak'ın oluşturduğu ova görünümlü vadide yaklaşık 550 m yükseltide bulunur (Harita 2).



Harita 2: Çalışma Sahası ve Taşköprü (Kastamonu) İlçesi Topoğrafya Görünümü.

Taşköprü ilçe merkezinin iklimi, Karadeniz iklimi ve Karasal iklim arasında geçiş özelliği yansıtmaktadır. Kuzey ve güney yönlerde bulunan dağ sıraları ilçe merkezinde yazların sıcak, kışların ise soğuk geçmesinde etkili olmaktadır. En fazla yağışı ilkbahar aylarında almasına rağmen yağışlar yıl içerisinde nispeten dengeli dağılmıştır (Çetinkaya, 1997). Yağışın yüksek olmadığı ve yıllık ortalama yağışın 485 mm civarında olduğu gözlenmektedir (Grafik 1). Yağışın düşmediği mevsim bulunmasa da ilkbahar mevsiminde yağış miktarında artış, kış mevsiminde ise düşüş yaşanmaktadır (Sezer, 2018).



Grafik 1: Taşköprü ilçe merkezinin sıcaklık ve yağış grafiği. İlçe merkezinde meteoroloji istasyonu bulunmadığından en yakında bulunan Kastamonu meteoroloji istasyonu verileri kullanılmıştır (Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü web sitesi. Erişim Tarihi: 24.01.2023).

Taşköprü ilçe merkezi nüfusu 2022 Türkiye İstatistik Kurumu adrese dayalı nüfus verilerine göre 17048 kişidir. Çalışmanın başlangıç dönemine denk gelen 1990 yılı sayım sonuçlarıyla kıyaslandığında (11454 kişi) ilçe merkezinin nüfusunun yaklaşık %48 artış gösterdiği anlaşılmaktadır. İlçe merkezinin tarihi oldukça eskilere dayanmaktadır. Gasgaslar, Etiler, Dorlar, Paflagonyalılar, Kimerler, Lidyalılar, İranlılar, Kapadokyalılar, Pontuslar, Romalılar (Bizanslılar), Danişmendliler, Çobanoğulları ve son olarak Osmanlılar bu yörede hüküm sürmüşlerdir. Romalılar M.Ö. 64 yılında Kastamonu'yu ele geçirdiklerinde Taşköprü'yü eyalet merkezi olarak ilan etmişler, bu şehre General Pompe'nin adına ithafen 'Pompeipolis' adını vermişlerdir. Yapılan kazı çalışmaları sonunda bulunan mozaikler ve arkeolojik eserler Zımbıllı Tepesi olarak bilinen Pompeipolis Antik Kenti'nin büyüklüğünü ve zenginliğini göstermektedir. Taşköprü İlçesi'nin çeşitli yerlerinde antik kente ait yapılar, heykel ve arkeolojik parçalar bulunmaktadır (Ünal, 2013, s. 2).

Çalışma sahasının da yer aldığı Taşköprü, Kastamonu' da merkez ilçeden sonra en geniş tarım alanına sahip olan ilçedir. Arazinin %90'ından fazlası tarım sahasıdır. İlçe halkının temel geçim kaynakları arasında tarım faaliyetleri ön plandadır (İbret, 2005; Ünal, 2013). Ayrıca ilçe sulak tarım alanları ve uygun toprak özellikleri sayesinde Türkiye'de sarımsak üretiminde ilk sırada yer almaktadır. (Taban vd., 2003; İbret, 2005; Sezer, 2018). Bu durum Taşköprü ilçe merkezi ve yakın çevresindeki tarım alanlarının ulusal değeri yüksek ve korunması gereken bir özellik olduğunu ortaya koymaktadır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Çalışmada araziden yararlanmada yıllar içinde ortaya çıkan değişimlerinin tespit edilebilmesi için uydu görüntüleri kullanılmıştır. Temin edilen uydu görüntü verileri; Amerikan Jeolojik Araştırmalar Enstitüsü (USGS) internet adresinden ücretsiz olarak elde edilebilen Landsat 5 Thematic Mapper (TM) uydusuna ait 01.09.1992 tarihli veri seti ve Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) uydusuna ait 17.09.2021 tarihli veri setidir. Temin edilen uydu görüntülerine bilgiler aşağıda sunulmuştur (Tablo 1).

Tablo 1: Taşköprü İlçe Merkezi ve Yakın Çevresinde Araziden Yararlanmadaki Değişimler Çalışmasının Veri Setleri.

| Uydu Adı | Tarih | Yörünge-Satır | Çözünürlük | Bulutluluk Oranı |
|---------------------------|------------|---------------|------------|------------------|
| Landsat 5 TM | 01.09.1992 | 177-31 | 30 m | % 10 ve altı |
| Landsat 8 OLI/TIRS | 17.09.2021 | 177-31 | 30 m | % 10 ve altı |

Araştırma sahasında yapılan ön görüntü değerlendirmelerinde 30 yıllık bir süre zarfında araziden yararlanmada anlamlı değişimlerin yaşandığı anlaşılmıştır. Buna bağlı olarak 1990'lı yılların başından itibaren uydu verileri taranmış, 1992 ve 2021 yılına ait veri setleri yapılacak analizler için uygun bulunmuştur. Kullanılan uydu görüntülerinde araziden yararlanmadaki mevsimsel farklılıkların etkisini azaltmak ve tarım sahaları birbirinden daha net ayrılabilmek için her iki görüntü seti tarihlerin yaz döneminde aynı ay

aralığında (Eylül) olmasına dikkat edilmiştir. Bunun yanı sıra görüntü analizlerinde doğruluk oranını yükseltmek için uydu görüntüleri, bulutluluk oranı %10 ve altında olacak şekilde seçilmiştir. Temin edilen görüntülerin çalışma sahasına uygun şekilde kesilmesinde Taşköprü Belediyesinden alınan ve mücavir alan sınırlarını gösteren *kml* (Google Earth Keyhole Biçimlendirme Dili) uzantılı dosya ve *Google Earth Pro* yazılımı kullanılmıştır. Ayrıca sahaya ilişkin arazi incelemelerinde Harita Genel Komutanlığına ait 1/25000 ölçekli harita paftaları kullanılmıştır. Çalışmada uydu görüntülerinin analiz öncesi hazırlık süreci ve sınıflandırma analizleri için *ArcGIS Arcmap 10.4* programından istifade edilmiştir.

Araziden yararlanma sınıflarının tanımlanmasında CORINE sisteminden yararlanılmıştır. CORINE, 1985 yılında faaliyete geçen daha sonra Avrupa Çevre Ajansının, Avrupa Birliği ve çevre ülkelerdeki araziden yararlanmada meydana gelen değişimlerin incelenmesi için bünyesine kattığı bir izleme sistemidir. CORINE, araziden yararlanma şekillerine bağlı olarak 3 düzey şeklinde sınıflandırma içerir; Birinci düzeyde 5, ikinci düzeyde 15 ve üçüncü düzeyde 44 araziden yararlanma türüne ayrılır (Demir, 2021). Buna göre çalışmada, saha gözlemlerine dayalı olarak belirlenen arazi sınıfları; Yerleşim Alanları, Yerleşim Dışı Yapay Alanlar (Diğer Yapay Alanlar) , Orman ve Diğer Doğal Alanlar, Sürekli Sulanabilen Tarım Alanları (Sulanan Tarım Alanları) ve Sürekli Sulanamayan Tarım Alanlarıdır (Sulanmayan Tarım Alanları).

2.2. Metot

Çalışmada araziden yararlanmadaki değişimlerin tespit edilebilmesi için “Uzaktan Algılama” (UA) ve “Coğrafi Bilgi Sistemleri “(CBS) uygulamaları birlikte kullanılmış, farklı tarihlere ait uydu görüntülerinin karşılaştırılması yapılmıştır. Uydu görüntülerinin analizi, araziden yararlanma değişimlerin tespiti için günümüzde sıkça kullanılan bir araştırma tekniğidir. Bu sayede arazi sınıflandırılarak, zamansal ve mekânsal olarak meydana gelen değişimler belirlenebilmektedir (Kara ve Karatepe, 2012; Turan vd., 2021). Araştırma kapsamında USGS’ den alınan uydu veri setleri Landsat 5 TM için 7 bant, Landsat 8 OLI için ise 11 bant görüntü içermektedir. Sınıflama analizlerinden önce uydu verilerinde bulunan bantlar

farklı şekilde birleştirilerek araziden yararlanmanın daha iyi ortaya konmasına çalışılmıştır (Tablo 2).

Tablo 2: Taşköprü İlçe Merkezi ve Yakın Çevresinde Araziden Yararlanmadaki Değişimler Çalışmasında Kullanılan Bant Birleştirmeleri.

| Analiz | Bant Adları* |
|---------------------------------|---------------------|
| Doğal Renk | Red - Green - Blue |
| Şehir Çevresindeki Bitki Örtüsü | Swir2 - Swir1 - Red |
| Orman Alanlarının Tespiti | Swir1 - NIR - Red |

* Bant adları Landsat 8 OLI uydusuna göre numaralandırılmıştır.

Landsat 8 OLI uydusu veri setinde yer alan 8. Bant, 15 metre çözünürlüklü pankromatik görüntü içermektedir. Bu özellik sayesinde ArcGIS Arcmap 10.4 programı yardımıyla Landsat 8 OLI uydu görüntülerine “Pansharpening” işlemi uygulanmış ve görüntü çözünürlüğü tüm bantlarda 15 metre olacak şekilde iyileştirilmiştir (Şekil 1). Landsat 5 TM uydusunda ise bu imkân bulunmamaktadır. Görüntü iyileştirme işleminin ardından çalışma sahası belirlenen sınırlara göre ArcGIS Arcmap 10.4 programı yardımıyla kesilmiştir.



(a)

(b)

Şekil 1: Taşköprü İlçe Merkezi ve Yakın Çevresinde Araziden Yararlanmadaki Değişimler Çalışma Sahasından Bir Kesit, Pansharpening İşlemi Öncesi (a) ve Sonrası (b).

Araziden yararlanmada kullanılacak sınıflandırma işleminde amaç görüntüdeki benzer değerlere sahip piksellerin bir araya getirilmesidir. Görüntü sınıflandırma yöntemleri temelde piksel tabanlı ve nesne tabanlı olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Çölkesen ve Kavzoğlu, 2016). Bu çalışmada piksel tabanlı görüntü sınıflandırma türlerinden olan kontrollü sınıflandırma

yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntem arazi sınıflama çalışmalarında % 70'in üzerinde doğruluk sağlamaktadır (Bulut ve Günlü, 2016). Kontrollü sınıflamada yaygın olarak kullanılan teknik Maximum Likelihood yani "En Yüksek Olasılık" hesaplamasıdır. Tekniğin çalışma prensibi, araştırmacı tarafından önceden belirlenmiş her sınıf için benzer olasılık eğrileri tanımlanması ve sınıflandırılacak her bir pikselin en yüksek olasılıkla hangi sınıfa ait olduğunun belirlenip ona göre atanmasıdır (Keleş ve Durduran, 2019).

Analiz işleminin ardından elde edilen arazi sınıflarına ait görüntüler ArcGIS Arcmap 10.4 programında doğruluk analizine sokulmuştur. Bu işlem, bir referans kaynaktan yararlanarak sınıflandırılan görüntüde herhangi bir noktanın ne oranda doğru sınıflandırıldığını göstermek için kullanılır. Çalışmada, doğruluk analizi için her bir sınıfa 10'dan az olmayacak şekilde 70 doğrulama noktası, ilgili program tarafından atanmıştır. Daha sonra bu noktaların gerçekte hangi arazi sınıfına denk geldiği Google Earth Pro programı yardımıyla belirlenmiştir. Bu aşamadan sonra 1992 ve 2021 yılına ait sınıflandırılmış görüntüler referans kaynak ile karşılaştırılarak kullanıcı doğruluğu, üretici doğruluğu ve Kappa doğruluk oranı hesaplanmıştır (Tablo 3).

Tablo 3: Kappa Hesaplama Formülü (Ayhan vd., 2003).

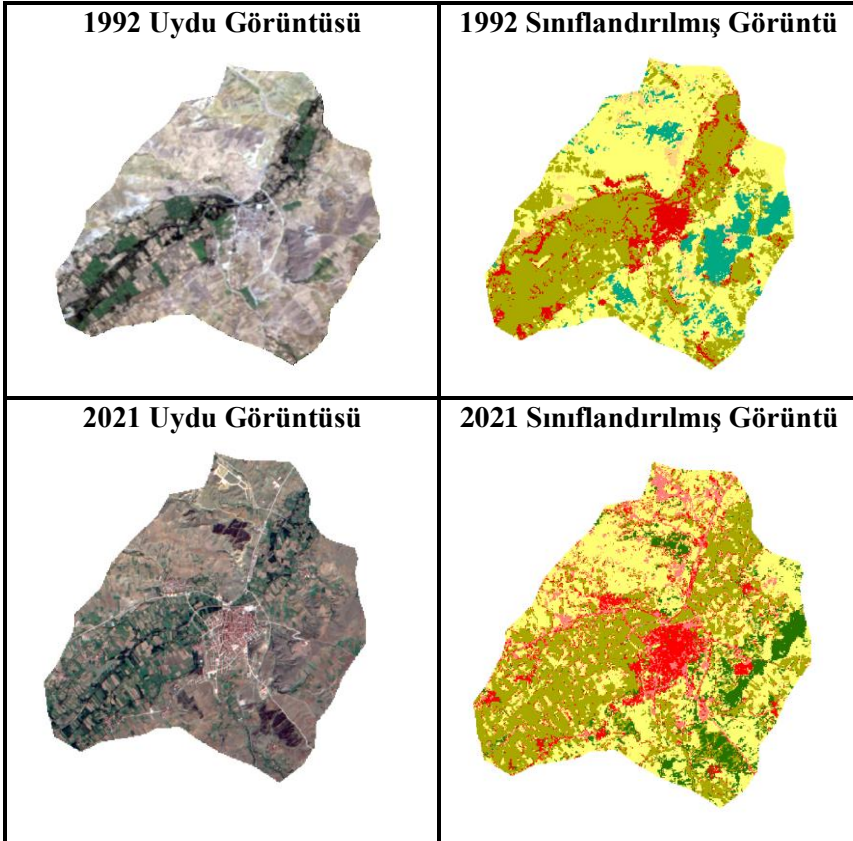
$$K = \frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r x_{i+} * x_{+i}}{N^2 - \sum_{i=1}^r x_{i+} * x_{+i}}$$

| | |
|------------|--|
| r | Arazi sınıfı sayısı |
| xii | Hata matrisinin eleman sayısı toplamı |
| xi | Arazi sınıfındaki satırların toplam değeri |
| X | Piksel sayısı sütunundaki toplam değeri |
| +i | |
| N | Hata matrisindeki toplam piksel sayısı |
| K | Kappa Oranı |

Kappa, görüntüler arasındaki ilişkiye göre -1 ile $+1$ arasında değer alan bir doğrulama tekniğidir. İki görüntü arasındaki ilişki doğrusal ise yani değişim yoksa kappa (1) değerini, görüntülerden biri diğerine göre tamamen farklı ise kappa (-1) değerini, görüntülerin yarısı birbirine göre değişmiş ise Kappa (0) değerini alır (Ayhan vd., 2003).

2. Bulgular

Bu başlık altında Taşköprü ilçe merkezi ve yakın çevresinde araziden yararlanmada meydana gelen zamansal değişimlerin uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla analizi sonucu elde edilen verilere ve hazırlanan haritalara dayalı bulgulara yer verilmiştir (Harita 3).



Harita 3: Taşköprü İlçe Merkezi ve Yakın Çevresinde Araziden Yararlanma Sınıflandırması (Sınıflandırılmış görüntüler ile ilgili lejant harita 4 ve 5'te ayrıntılı olarak bulunmaktadır).

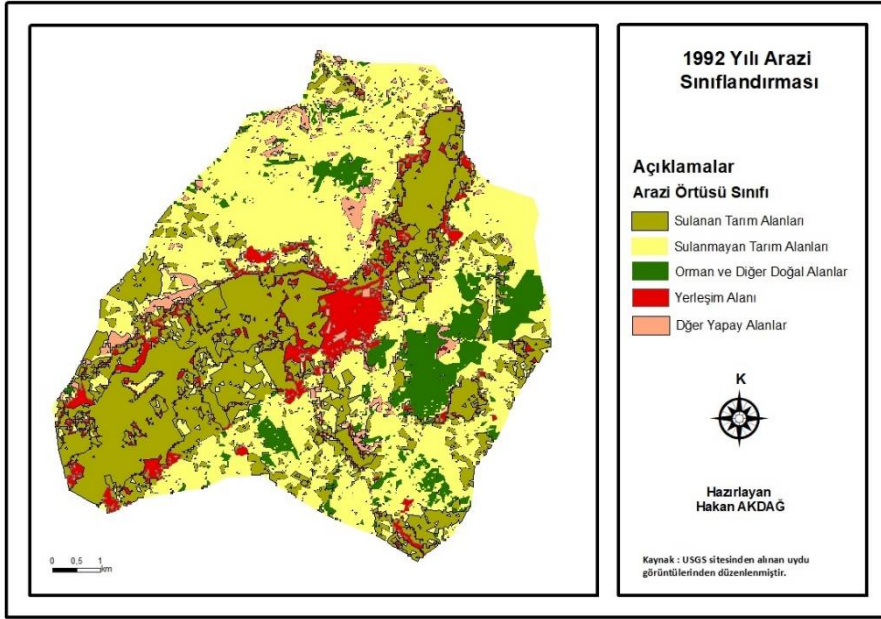
3.1. Taşköprü İlçe Merkezi ve Yakın Çevresinde 1992 Yılı Araziden Yararlanma

1992 yılına ait uydu görüntüleri kontrollü sınıflandırma işlemine tabi tutulmuş ve toplam 4874 hektar (ha) alanda belirtilen sınıflara göre arazi durumu ortaya çıkarılmıştır. Çalışma sahasında en geniş alan kaplayan arazi sınıfının, 2045 hektarla *sulanmayan tarım alanları* olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4). Bu arazi sınıfı ilçe merkezinin kuzeyinde daha bütün bir yapıdayken, güney yönde Gökırmak ve çevresindeki *sulanan tarım alanları* ile *orman ve diğer doğal alanlar* tarafından kesintilere uğratılmıştır.

Tablo 4: Taşköprü İlçe Merkezi ve Yakın Çevresinde Araziden Yararlanmadaki Değişimler Çalışmasında 1992-2021 Yılları Araziden Yararlanma ve Zamansal Değişimi (hektar).

| | 1992 yılı | 2021 yılı | Fark | Fark (%) |
|-------------------------------------|-----------|-----------|-------|-----------|
| Yerleşim Alanı | 381 | 596 | 215 | 56,43 % |
| Diğer Yapay Alanlar | 195 | 294 | 99 | 50,77 % |
| Orman ve Diğer Doğal Alanlar | 444 | 495 | 51 | 11,49 % |
| Sulanan Tarım Alanları | 1809 | 1384 | - 425 | - 23,49 % |
| Sulanmayan Tarım Alanları | 2045 | 2105 | 60 | 2,93% |
| Toplam | 4874 | 4874 | 850 | 100 |

Çalışma sahasında kapladığı alan bakımından ikinci sırada yer alan arazi sınıfının *sulanan tarım alanları* olduğu belirlenmiştir. Taşköprü ilçe merkezi yakınından geçen Gökırmak boyunca, kuzeydoğu güneybatı yönünde akarsuyun her iki yanında 1809 hektarlık bir yayılış göstermektedir. *Yerleşim alanları sınıfı*, *sulanan tarım alanlarını* iki ana parçaya bölmektedir. Ayrıca Gökırmak'ın küçük yan kollarında *sulanan tarım alanlarına* ait arazi sınıfı saptanmıştır (Harita 4).



Harita 4: Taşköprü İlçe Merkezi ve Yakın Çevresinde 1992 Yılı Arazi Sınıflandırması.

Çalışma sahasında üçüncü sırada yer alan *orman ve diğer doğal alanlar* sınıfının 444 hektar alan kapladığı belirlenmiştir. Orman ve diğer doğal alanlar Gökırmak'ın güney kesiminde daha fazla alan kaplamaktadır. *Yerleşim alanları* olarak sınıflandırılan ilçe merkezi ve yakın çevresindeki köy yerleşimleri 381 hektar alana yayılmıştır. Bu sahanın büyük bölümünü ilçe merkezinin kapladığı görülmektedir (Harita 4). İlçe merkezi Gökırmak'ın güneyinde kalacak şekilde konumlanmıştır. Bu arazi sınıfı incelendiğinde *sulanan tarım alanlarını* ikiye bölen bir yerleşim yapısına sahip olduğu gözlemlenmektedir. Çevredeki diğer köy yerleşmelerinin de benzer şekilde *sulanan tarım alanlarının* yakınında olduğu saptanmıştır. Yollar, sanayi alanları ya da benzin istasyonları gibi yapıların dâhil edildiği *diğer yapay arazilerin* toplamı 195 hektar olarak bulunmuştur. Çalışma sahasında en az alanda yayılış gösteren arazi sınıfı olduğu belirlenmiştir.

1992 Eylül ayına ait Landsat 5 TM uydu görüntülerinin sınıflandırma çalışmaları sırasında, 30 m çözünürlüğün araziye ait bazı piksellerin birbirinden ayrılmasında yer yer yetersiz kalabildiği görülmüştür. Bu

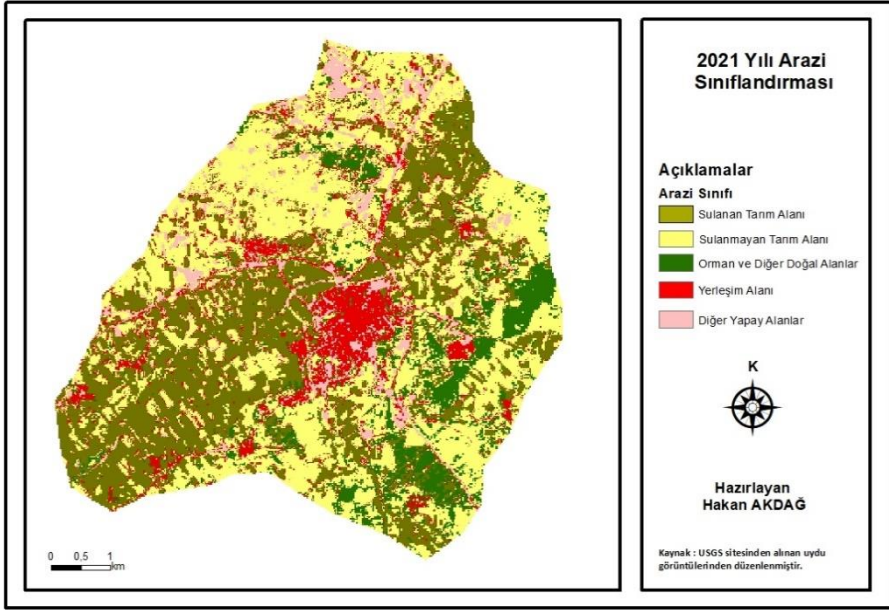
durumun sınıflandırma doğruluğunda kullanılan kappa oranının 2021 verisine göre daha düşük çıkmasında etkili olduğu düşünülmektedir. 1992 yılına ait doğruluk analizi sonucunda elde edilen bulgulara göre kullanıcı doğruluğu 0,84 ve kappa indeksi 0,80'dir. Bu oranlar görüntü sınıflama işleminin doğruluğunun kabul edilebilir düzeyde olduğunu göstermektedir (Tablo 5).

Tablo 5: Taşköprü İlçe Merkezi ve Yakın Çevresinde Araziden Yararlanmadaki Değişimler Çalışmasında Sınıflandırma Doğruluk Oranları.

| Görüntü Yılı | Üretici Doğruluğu Kappa Katsayısı | Kullanıcı Doğruluğu |
|--------------|--------------------------------------|---------------------|
| 1992 | 0,84 0,80 | 0,82 |
| 2021 | 0,86 0,87 | 0,88 |

3.2. Taşköprü İlçe Merkezi ve Yakın Çevresinde 2021 Yılı Araziden Yararlanma

2021 yılına ait görüntülerin kontrollü sınıflandırılması sonucunda elde edilen verilere göre; arazi sınıfları içinde en büyük paya sahip olan 2105 hektar ile *sulanmayan tarım alanlarıdır* (Tablo 3) . Bu arazi sınıfı, Gökırmak boyunca uzanan *sulanmayan tarım alanları* ve ilçe merkezi yerleşimi tarafından iki parçaya ayrılmış durumdadır. Çalışma sahasının güneybatı yönünde yer yer orman ve *diğer doğal alanlar* tarafından kesintiye uğratılmış bir görünüm sergilemektedir. Sınıflandırma analizi sonucunda alan bakımından ikinci sırada yer alan arazi sınıfının 1384 hektar alan kaplayan *sulanmayan tarım alanları* olduğu bulunmuştur. Güneybatı ve kuzeydoğu yönünde ilçe merkezi yerleşimi dışında süreklilik göstermektedir. Çalışma sahasında *orman ve diğer doğal alanların* ise 495 hektar alan kapladığı saptanmıştır. *Orman ve diğer doğal alanların, sulanmayan tarım alanlarına* bitişik olarak yer aldığı belirlenmiştir (Harita 5).



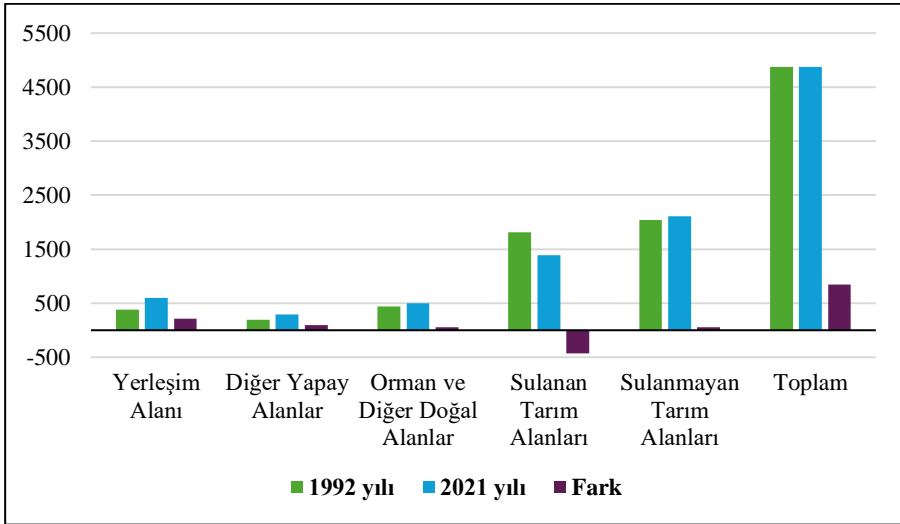
Harita 5: Taşköprü İlçe Merkezi ve Yakın Çevresinde 2021 Yılı Arazi Sınıflandırması.

Yerleşim alanları 596 hektar alan ile dördüncü sırada yer alan arazi sınıfı olarak tespit edilmiştir. Gökırmak'ın güneyinde çoğunlukla *sulanan tarım alanları* ile sınır olacak şekilde konumlanmıştır. Çalışma sahasında yer alan köy yerleşimleri de aynı şekilde *sulanan tarım alanlarının* yakınında bulunduğu tespit edilmiştir. Alan bakımından son sırada ise 294 hektar ile *diğer yapay alanların* olduğu görülmüştür. *Diğer yapay alanlar* sınıfının çoğunlukla yerleşim alanlarının çevresinde yoğunlaştığı ortaya gözlemlenmiştir.

Landsat 8 OLI uydusuna ait 2021 Eylül ayı uydu görüntüleri üzerinde pan sharpening işleminin yapılmasının arazi sınıflandırılmasında avantaj sağladığı belirlenmiştir. Bu işlem sayesinde çalışma sahasına ait görüntülerdeki piksellerin daha kolay ayırt edebildiği ortaya çıkmıştır. 2021 yılına ait doğruluk analizi sonucunda elde edilen bulgulara göre; kullanıcı doğruluğu 0,87 ve kappa indeksi 0,84 dür (Tablo 4). Bu oranlardan görüntü sınıflama işleminin doğruluğunun kabul edilebilir düzeyde olduğu anlaşılmaktadır.

3.3. Taşköprü İlçe Merkezi ve Yakın Çevresinde Araziden Yararlanmadaki Zamansal Değişimler

Çalışmada gerçekleştirilen araziden yararlanma sınıflaması analizlerine göre; 1992 ve 2021 yılları arasında yerleşim alanları, *diğer yapay alanlar* ve *sulanabilen tarım alanları* sınıflarında belirgin zamansal değişimler olduğu tespit edilmiştir. Diğer arazi sınıflarındaki zamansal değişim oranları ise daha sınırlı düzeyde kalmıştır. *Yerleşim alanları*, *diğer yapay yüzeyler*, *orman ve diğer doğal alanlar* ile *sulanmayan tarım alanlarının* miktarında artış yaşandığı, *sulanen tarım alanlarında* ise azalış yaşandığı belirlenmiştir (Grafik 2).



Grafik 2: Taşköprü İlçe Merkezi ve Yakın Çevresinde Araziden Yararlanmadaki Zamansal Değişimler Tablosu.

Yerleşim alanları arazi sınıfı alan olarak 215 hektar, oran olarak %56 genişlemeyle en çok değişimin gerçekleştiği arazi sınıfı durumundadır. Bu sınıfı, %50 genişleme ile *diğer yapay alanlar* takip etmektedir. Diğer yapay alanların kapladığı alan 1992 yılında 195 hektar iken 2021 yılında 294 hektar olarak bulunmuştur. 1992 yılı verilerine göre çalışma sahasındaki toplam 4298 hektar olan doğal ortam sahalarının, 2021 yılı verilerine göre 3984 hektara düştüğü tespit edilmiştir. *Yerleşim alanları* sınıfının genişlemesi kuzey yönde Gökırmak ve tarafından sınırlandırıldığı için güney yönde daha

belirgin olarak ortaya çıkmıştır. Ayrıca şehrin kuzeyindeki antik Pompeipolis şehrinin kalıntıları şehrin bu yöndeki genişlemesine engel oluşturmaktadır.

1992 verilerine göre 444 hektar alan kaplayan *orman ve diğer doğal alanlar* 2021 verilerine göre 51 hektar artarak 495 hektara ulaşmıştır. Uydu görüntüleri incelendiğinde, ormanların alan bakımından genişlemesinde araştırma sahasında gerçekleştirilmiş ve olumlu sonuçların alındığı anlaşılan ağaçlandırma çalışmaları olduğu tespit edilmiştir. *Sulanmayan tarım arazileri* sınıfı geçen yıllar içinde 2045 hektardan 2105 hektara yükselmiştir.

Sulanan tarım alanlarında 1992 ile 2021 yılları arasında 425 hektar kayıp yaşandığı ve oran olarak %23 azalma gerçekleştiği sonucuna ulaşılmıştır. Buna bağlı olarak *yerleşim alanı ve diğer yapay alanlar* arazi sınıflarının genişlemesinin *sulanan tarım alanlarının* miktar ve oranında azalmaya sebep olduğu anlaşılmaktadır. Gökırmak'ın her iki tarafında Kuzeydoğu- Güneybatı yönünde uzanan *sulanan tarım alanları* arazi sınıfının ilçe merkezi tarafından sınırlandırıldığı Harita 5'te görülmektedir.

4. Tartışma ve Sonuç

Çalışmada, Taşköprü ilçe merkezi ve yakın çevresindeki araziden yararlanma şekilleri uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre; çalışma sahasında 1992 ve 2021 yılları arasında araziden yararlanmada değişimler olduğu tespit edilmiştir. Bu değişimin özellikle *yerleşim alanları* ve *diğer yapay alanlar* arazi sınıflarında daha belirgin olduğu anlaşılmıştır. Çalışma kapsamındaki sahada, yerleşim faaliyetlerinin sürdürüldüğü alanlarda %50'nin üzerinde büyüme kaydedilmiş ve toplam araziden yararlanmada %7'lik bir değişim ortaya çıkmıştır. Bu nedenle çalışma sahasında, yerleşim faaliyetlerinin doğal ortam üzerinde olumsuz etkileri olduğu ifade edilebilir. Benzer şekilde; Bayar ve Karabacak (2020), Aydın ve Durduran (2021), Demir (2021), Turan (2021) ile Koç ve Beyazıt (2022) şehir yapılarındaki genişlemenin, çevre doğal ortamların oranında azalmaya neden olduğunu belirtmişlerdir. Surya vd. (2021) yerleşim alanlarının genişlemesiyle arazi kullanımı değişimleri arasında paralellik olduğunu ifade etmiştir. Liang (2019) bu değişimin özellikle büyük şehirlerde etkili olduğunu belirtmiştir. Bunun yanında, hazırlanan çalışma Taşköprü gibi

nispeten küçük yerleşim alanlarında da doğal ortamda oransal olarak belirgin değişimler yaşandığını göstermektedir.

Taşköprü ilçe merkezinin 1990 yılında 11454 olan nüfusu 2021 yılında 17.048'e ulaşmıştır (TÜİK, 2022). Yörede üretilen sarımsak, oluşturduğu istihdam sayesinde yoğun göç vermeyi engellemektedir (İbret, 2005). Ayrıca küçük şehirlerde açılan yükseköğretim kurumları nüfus artışında etkili olabilmektedir (Işık ve Başaran, 2021). Nüfusun artmasıyla beraber, şehirleşme yoluyla araziden yararlanmada değişimler ortaya çıkmaktadır (Xiao, 2006; Ekinci ve Pektezel 2012). Bu artışının beraberinde yeni konut alanı ihtiyacını ortaya çıkardığı varsayıldığında, *yerleşim alanı ve diğer yapı alanlarının* alansal bakımdan genişlemesi bu durumun sonucu olarak değerlendirilebilir. Çalışma kapsamında geçen süre içerisinde gerçekleşen yaklaşık nüfus artış oranı ile (%48) yerleşim faaliyetleri sonucunda genişleme oranı (%50) birbirine yakındır.

Taşköprü şehrinde özellikle şehrin güneyinde yoğunlaşan yerleşim alanı genişlemesinin, bu kesimde nispeten yakın zamanda inşa edilmiş kurumların varlığıyla ilişkili olduğu düşünülmektedir. Günümüzde şehrin güney kesiminde; Taşköprü Meslek Yüksek Okulu ve ilgili öğrenci yurtları, Taşköprü Devlet Hastanesi, Taşköprü Belediyesine ait sosyal tesisler ve Taşköprü Adliyesi gibi kurumların ayrıca Toplu Konut İdaresinin yaptığı konut alanlarının yer aldığı gözlemlenmektedir. Nüfus artışı beraberinde şehirlerdeki konut ihtiyacını artırabilmektedir (Gündoğdu, 2019; Ece Kaya ve Akıner, 2022). Bu nedenle Taşköprü ilçe merkezinde, nüfus artışının ortaya çıkardığı yeni konut alanı ihtiyacının karşılanmasında adı geçen kurumların birer çekim merkezi etkisiyle yeni konut alanlarının bu kesimde yoğunlaşmasını sağladığı sonucuna varılabilir. Ayrıca kamu kurumlarının yer seçiminin, şehirlerin genişleme yönünde önemli bir etken olarak değerlendirilmesi uygun olacaktır.

Taşköprü ilçe merkezinin batı ve güneybatı yönlerde genişlemesi, Gökırmak boyunca uzanan *sulanan tarım alanları* arazi sınıfı üzerinde baskı oluşturmaktadır. Şehrin *sulanabilen tarım alanlarına* doğru genişlemesi beraberinde bu kesimdeki tarım arazilerinin arsa olarak değer kazanmasına zemin hazırlamaktadır. Bu nedenle verimli tarım alanlarının konut sahalarına

dönüşmemesi için şehrin planlamasında bu duruma hassasiyet gösterilmesi gerekmektedir.

Taşköprü ilçe merkezi ve yakın çevresinde araziden yararlanmadaki değişimler çalışması sonuçlarına göre; çalışma sahasında, kamu kurumlarının yer seçimleri ve yerel yönetimin imar çalışmalarını uzun dönemli planlayıp, kararlı şekilde uygulaması araziden yararlanmanın verimli bir şekilde işleyişinde belirleyici olacaktır. Özellikle ilçe merkezinin, batı ve güneybatı yönlerinde genişlemesi yerine, güneye doğru planlı bir şekilde genişlemesinin daha uygun olduğu düşünülmektedir. Ayrıca ilçe merkezindeki eski yapılaşma alanlarının kentsel dönüşüm kapsamında değerlendirilmesi, şehrin yatay genişlemesi yavaşlatması bakımından faydalı olacaktır.

Çalışmada yer verilen araziden sınıflarından *sulanmayan tarım alanlarında* geçen dönem içinde artış kaydedilmiştir. Ancak bu artışın, arazi sınıfının genişlemesinden kaynaklanmadığı, *sulanabilen tarım alanlarındaki* ekim faaliyetleri çeşitliliğinin, analiz yapılan görüntülerde hataya neden olduğu düşünülmektedir. 30 metre mekânsal çözünürlüğe sahip uydu görüntüleriyle yapılacak analizlerde hata payı, 15 metre ve altı çözünürlüğe sahip uydulara göre artabilmektedir. Bu nedenle araştırmacıların, benzer çalışmalar yapılacak sahalarda bilgi düzeyinin yeterli olması hata payını azaltabilmek için önem arz etmektedir.

TASKOPRU (KASTAMONU) DISTRICT CENTER AND SURROUNDINGS CHANGES IN LAND UTILIZATION

Abstract

The horizontal growth of urban settlements causes significant changes in the land cover.. This situation is not only experienced in densely populated and large residential areas. Changes in the way of utilizing the land can cause losses in the natural environment in cities that are not densely populated but are built on fertile agricultural lands, such as Taşköprü. The aim of the study is to determine the changes in land use in Taşköprü district center and its surroundings and to evaluate the results. It is important to reveal the land cover changes through researches in order to prevent possible losses.

In this study, images obtained from Landsat 5 TM and Landsat 8 OLI satellites were analyzed with the help of remote sensing and geographic information systems in order to reveal the land cover changes between the years 1992 and 2021 in Taşköprü district center and its vicinity. Controlled classification method is used in the analyzes and kappa accuracy analysis is performed. According to the findings obtained as a result of the classification of the land cover, it has been determined that there has been a decrease in the natural environment in the district center and its vicinity over time. Between 1992 and 2021, it was understood that the residential areas expanded by more than 50% in terms of rate, while the irrigable agricultural areas decreased by 23%. In the study area, it is necessary to prevent the development of the city, especially in the west and southwest directions, in order to protect fertile agricultural areas.

Keywords: Taşköprü, Land Cover, Land Use, Land Classification, Remote Sensing.

KAYNAKÇA

- Akdağ, H. (2019). *Kastamonu şehrinde araziden yararlanmadaki zamansal değişimin coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama yöntemleri ile incelenmesi*. [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Karabük Üniversitesi.
- Aydın, T. K. ve Durduran, S. S. (2021). Ereğli-Bor alt havzasında arazi kullanımı/örtüsünün uzaktan algılama yöntemleriyle zamansal değişimi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 8, 629-641. <http://doi:10.30910/turkjans.936107>.
- Ayhan, E., Karşlı, F., ve Tunç Görmüş, E., (2003). Uzaktan algılanmış görüntülerde sınıflandırma ve analiz. *Harita Dergisi*, No.130, 32-46.
- Bayar, R. ve Karabacak, K. (2020). Arazi örtüsü üzerindeki beşeri etkinin belirlenmesi: Ankara ili örneği. *Coğrafya Dergisi (e-dergi) Sayı*, 41, 29 – 43. <http://doi:10,26650/JGEOG2019-0043>.
- Bayazıt, Y. (2021). Bilecik ilindeki şehirleşmenin taşkın riski üzerindeki etkilerinin araştırılması. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimi Dergisi*, 8, 217-227. <http://doi:10.35193/bseufbd.877539>.
- Bekdemir, Ü., Kocaman, S. ve Polat, S. (2015). Yeni büyükşehir yasası sonrasında Türkiye’de şehir nüfusu ve şehir yerleşmeleri. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 19, 277-297. <http://doi:10.1795/dcd.272>.
- Bulut. S. ve Günlü. A. (2016). Arazi kullanım sınıfları için farklı kontrollü sınıflandırma algoritmalarının karşılaştırılması. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 16, 528-535.
- Çetinkaya, Y. (1997). *Taşköprü ilçesinin coğrafi etüdü*. [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Çölkesen, İ. ve Kavzoğlu, T. (2016). *Nesne-tabanlı sınıflandırmada filtreleme tabanlı özellik seçimi algoritmalarının kullanımı ve sınıflandırma doğruluğuna etkilerinin incelenmesi*. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, Adana.
- Dağlı, D. (2015). *Diyarbakır kenti ve çevresinde arazi kullanımı/arazi örtüsü değişimi ve kentsel büyümenin modellenmesi*. [Yayınlanmamış doktora tezi]. Fırat Üniversitesi, Elazığ.

- Demir, M. (2021). Corine sistemine göre Kars ilinde arazi örtüsü/arazi kullanımı, değişimi ve projeksiyonu. *Coğrafya Dergisi*, 43, 93-110. doi: 10.26650/JGEOG2021-887753.
- Ece Kaya, B. ve Akner, İ. (2022). Toplu konut ve sosyal konut üretiminin küreselleşme bağlamında irdelenmesi: dünyadan ve Türkiye'den örnekler. *Kent Akademisi*, 15, 1789-1811, doi: 10.35674 /kent.1079558.
- Ekinci, D ve Pektezel, Ö. (2012). Uzaktan algılama teknolojileri ile Bolu ilinde arazi kullanımındaki değişimin tespiti. *Coğrafya Dergisi*, 24, 18-37.
- Gündoğdu, N. S. (2019). *Nüfus artışına bağlı olarak yaşam alanı değişimi: dar alanlı konutlar*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Maltepe Üniversitesi, İstanbul.
- Harita Genel Komutanlığı. 1/25000 ölçekli Türkiye paftaları.
- Işık, Ş. ve Başaran, E. (2021). Üniversite'nin kentin nüfus yapısına etkisi: Gümüşhane örneği. *Ege Coğrafya Dergisi*, 30, 359-382. <http://doi:10.51800/ecd.1018483>.
- İbret, B. (2005). Türkiye'deki sarımsak tarımı ve Taşköprü sarımsağı üzerine coğrafi açıdan bir inceleme. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 12, 17-50.
- Kara, F. ve Karatepe, A. (2012). Uzaktan algılama teknolojileri ile Beykoz ilçesi (1986-2011) arazi kullanımı değişim analizi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 25, 378-389.
- Kartal, F. (2024). Hafik (Sivas) İlçesi'nde Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıflaması ve Corine Verilerine Göre 2023 Yılı Arazi Kullanım Özellikleri. *Journal Of History School*, 17(Lxx), 1461-1486.
- Kartal, F. (2024). Tecer Dağları ve Çevresinin (Sivas) Fiziki Coğrafya Özellikleri. *Electronic Turkish Studies*, 19(1).
- Keleş, B. ve Durduran, S.S. (2019). Osmaniye ilinin arazi örtüsü ve kullanımındaki zamansal değişimin uzaktan algılama teknikleri ile araştırılması. *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, c.1, s.1.
- Koç, C. ve Bayazıt, Y. (2022). Uzaktan algılama verilerinden kentsel büyüme ve yayılma analizi, nüfus projeksiyonu: Köyceğiz örneği, Muğla-Türkiye. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 38, 8-15. <http://doi:10.31590/ejosat.1091854>.

- Lambin, E.F., Rounsevell, M.D.A. ve Geist H.J. (2000) .Are agricultural land-use models able to predict changes in land-use intensity?. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 82. 321–331.
- Liang L., Wang, Z ve Li, J. (2019). The effect of urbanization on environmental pollution in rapidly developing urban agglomerations. *Journal of Cleaner Production* 237. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117649>.
- Sanchez, J. A., Piquer-Rodriguez, M., Velasco-Munoz, J. F. ve Manzano-Agugliaro, F. (2019). Worldwide research trends on sustainable land use in agriculture. *Land Use Policy*, 87, 104069. <http://doi:10.1016/j.landusepol.2019.104>.
- Sarı, M. (2000). Arazi Kullanımı ve Erozyon İlişkisi. Erozyonla Mücadele, Tema Eğitim Semineri Notları, S, 69-102.
- Sezer, İ. (2018). Taşköprü ilçesinin tarımsal üretim durumu ve Kastamonu tarımındaki yeri. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 1, 67-95. <http://doi:10.5578/jss.66918>.
- Seto, K.C., Fragkias, M., Guneralp, B., ve Reilly, M.K. (2011). A Meta-Analysis of Global Urban Land Expansion. *Plos One*, 6, e23777. <http://doi:10.1371/journal.pone.0023777>.
- Slough, B. G. ve Sadleir, R. M. F. S. (1977). A land capability classification system for beaver (*Castor Canadensis* Kuhl). *Canadian Journal Of Zoology*, 55(8), 1324-1335.
- Surya, B., Salim, A., Hernita, H., Suriani, S., Menne, F. ve Rasyidi, E.S. (2021). Land use change, urban agglomeration, and urban sprawl: a sustainable development perspective of Makassar city, Indonesia. *Land*, 10, 556. <https://doi.org/10.3390/land100605>.

- Taban, S., Çıkkılı, Y., Kebeci, F., Taban, N., ve Sezer, S.M. (2003). Taşköprü yöresinde sarımsak tarımı yapılan toprakların verimlilik durumu ve potansiyel beslenme problemlerinin ortaya konulması. *Tarım Bilimleri Dergisi* 10, 297-304.
- Turan. İ.D., Dengiz. O. ve Kaya. N.S. (2021). Arazi örtüsü/arazi kullanım değişimlerinin farklı zamanlı landsat uydu görüntüleri ile belirlenmesi: Çarşamba delta ovası örneği. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9, 141–152. <http://doi: 10.33202/comuagri.857787>.
- Türkiye İstatistik Kurumu (2022). Nüfus ve Demografi Bilgisi (İlçeler). <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Nufus-ve-Demografi-109> Erişim:15/12/2022.
- Uğur, A. ve Aliğaoglu, A. (2015). *Şehir Coğrafyası*. Nobel Yayıncılık.
- Ünal, V.Z. (2013). *Taşköprü ilçe analizi*. Kuzey Anadolu Kalkınma Ajansı (KUZKA) Planlama, Programlama ve Stratejik Araştırmalar Birimi Raporu.
- Ünal, Ü., Aksoy, B., Coşkun, M., ve Özcan, E. (2007). *Yanlış arazi kullanımının kentleşme ve çevre üzerine etkisi (Bursa ovası örneği)*. ICANAS (Uluslararası Asya ve Kuzey Afrika Çalışmaları Kongresi), Ankara.
- Wang, J., Lin, Y., Glendinning, A., ve Xu, Y. (2018). Land-use changes and land policies evolution in China's urbanization processes. *Land Use Policy*, 75, 375–387. <http://doi:10.1016/j.landusepol.2018>.
- Xiao, J., Shen, Y., Ge, J., Tateishi, R., Tang, C., Liang, Y. ve Huang Z. (2006). Evaluating urban expansion and land use change in Shijiazhuang, China, by using GIS and remote sensing. *Landscape and Urban Planning* 75, 69–80. doi:10.1016/j.landurbplan.2004.12.005.

5. BÖLÜM

ELEKÇİ DERESİ HAVZASININ (ORDU) MORFOMETRİK ANALİZİ

Doktorant Safiye Yüksel ÖZTEKİNCİ¹⁰

Prof. Dr. Mücahit COŞKUN¹¹

Dr. Muhammet ÖZTEKİNCİ¹²

Amaçlar

- Elekçi Deresi Havzası'nın morfometrik analizlerle açıklanması
- Elekçi Deresi Havzası'nın taşkın üretme potansiyelinin belirlenmesi
- Elekçi Deresi Havzası'nın morfolojik gelişim evresinin tespiti

¹⁰ Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Karabük, Türkiye. safiyeacil.26@gmail.com, ORCID: 0000-0001-8603-2529.

¹¹ Karabük Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Fiziki Coğrafya Anabilim Dalı, Karabük, Türkiye, mcoskun@karabuk.edu.tr, ORCID: 0000-0002-7881-674.

¹² Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Karabük, Türkiye. muhammetoztekinci@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7801-9145.

GİRİŞ

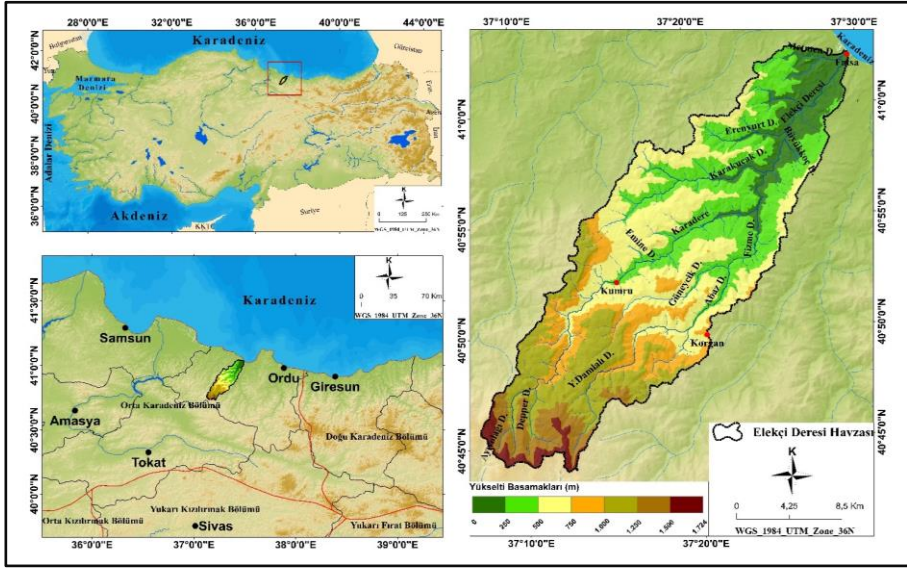
Akarsu havzalarına uygulanan morfolometrik analiz yöntemleri akarsu drenaj ağının ve yüzeyin rölyef özelliklerinin kantitatif olarak izah edilmesini sağlar. Morfolometrik analizler kendi sistematığı içerisinde geçmişten günümüze kadar birçok araştırmacı tarafından geliştirilen parametrelerle havzalara uygulanmıştır (Horton,1945; Strahler, 1952; Miller, 1953; Schumm, 1954; Hack,1957; Melton, 1958; Faniran, 1968; Keller ve Pinter, 2002). Parametreler çizgisel, alansal ve rölyef (yüzeysel) özellikleri olmak üzere üç başlık altında toplanmaktadır. Ayrıca gelişen teknolojik imkânlar ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) bu analizlerin hızlı, karşılaştırılabilir ve kanıtlanabilir verilere ulaşılabilmesini desteklemektedir. Bu tekniklerle birlikte havza çalışmalarında kullanılan morfolometrik yöntemlerin kullanımı daha da yaygınlaşmış ve taşkın, heyelan, erozyon, havza yönetimi, tektonizma, morfoloji gibi birçok alanda tamamlayıcı analizler olarak kullanılmıştır (Avcı ve Günek, 2015; Utlu ve Özdemir, 2018; Tekin, 2019; İmamoğlu, 2020; Öztürk, 2020; Turan, 2022). Bir akarsu havzasına uygulanan morfolometrik parametreler havzanın; sediment taşınım kapasitesi, taşkın hassasiyeti, erozyon duyarlılığı, akış karakteristiği, toprak koşulları, yüzey suyu potansiyeli, jeolojik yapısı, sızma kapasitesi, bitki örtüsü, neotektonik aktivitesi gibi konular da yorum yapılabilmesini sağlamaktadır (Özdemir, 2011; Biswas, Das Majumdar ve Banerjee, 2014; Chandrashekar, Lokesh, Sameena, Roopa, ve Ranganna, 2015; Atalay, 2018; Aldharab ve Ghareb, 2019; Turoğlu ve Aykut, 2019; Coşkun ve Öztürk, 2022).

Hazırlanan çalışmada Orta Karadeniz Alt Bölgesi'nin doğu kesiminde yer alan Elekçi Deresi Havzası'nı morfolometrik analiz yöntemleriyle inceleyerek taşkın üretme potansiyelinin anlaşılması amaçlanmıştır. Çalışma sahasında 1972, 1973 ve 2004 yıllarında sel ve taşkın olayları gözlenmiştir. Bu taşkınlar sonucunda akarsuyun sol sahilinde 418 dekar ve sağ sahilinde ise 82 dekar olmak üzere toplam 500 dekar tarım arazisi ile 100'e yakın bina zarar görmüştür (Özlü, 2012). Bu sebeple araştırma sel ve taşkın potansiyeli taşınmasından dolayı araştırma alanında meydana gelebilecek atmosferik kökenli afet oluşumlarına karşı geliştirilebilecek tedbirlere yönelik alt yapı oluşturması bakımından önem taşımaktadır. Taşkın konulu çalışmalarda en sık tercih edilen parametreler çatallanma oranı, toplam akarsu uzunluğu,

akarsu sıklığı, drenaj yoğunluğu, havza alanı, havza uzunluğu, havza çevresi, havza genişliği, yüzeysel akış uzunluğu, şekil indeksi, relief oranı, engebellik değeri ve hipsometrik analizler gibi morfometrik indislerdir (Elbaşı ve Özdemir, 2018). Çalışmada bu indisler başta olmak üzere toplamda 14 tane parametre kullanılmıştır. Bu parametrelerden 4 tanesi çizgisel, 5 tanesi alansal, 5 tanesi de yüzeysel (rölyef)'dir.

1. Çalışma Alanı

Elekçi Deresi Havzası 40°43'50"- 41°2'39" kuzey enlemleri ile 37°7'23"- 37°29'34" doğu boylamları arasında yer alır (Harita 1). Havzada yükselti basamakları 0-1724 m arasında değişmektedir. Araştırma alanının en yüksek yeri 1724 m rakımlı Yalın Tepesi'dir. Hâkim yükselti basamağı 500–750 m'dir. Elekçi Deresi Havzası'nın yer aldığı kıyı kuşağı, nemli ılıman kayın ormanları sahasında yer almaktadır. Araştırma alanında 750 m yükseltiye kadar yaygın olarak çalı formunda ve ocak dikim sisteminde olan fındık bahçeleri geniş yer tutmaktadır (Foto 1). Bu alanların büyük bir çoğunluğu eski orman sahalarının tahrip sahalarına karşılık gelmektedir. Fındık sahaları yer yer 1000 m yükseltiye kadar devam etmektedir. Araştırma alanının alçak rakımlı sahalarında orman alanları adacıklar halinde kümelenmiş durumdadır. Bu sahalarda kayın, gürgen, kestane, meşe gibi türler çoğunluktadır. Orman altı çalı katında mor çiçekli ormangülü, taflan ve fındık yaygındır. Yayla olarak yararlanılan yüksek platolarda sarıçiçekli ormangülleri örtü oluşturmaktadır.



Harita 1: Elekçi Deresi Havzasının Lokasyon Haritası.



Foto 1: Araştırma alanının alçak kesimlerinde fındık bahçeleri geniş yer kaplamaktadır. Çalı formunda olan fındıklar saçak kök sistemi ile toprağı tutmakta ayrıca yüzeyi örterek intersepsiyon ile yüzeysel akışı zayıflatmaktadır. Bu durum arazi degradasyonunu azaltmaktadır.

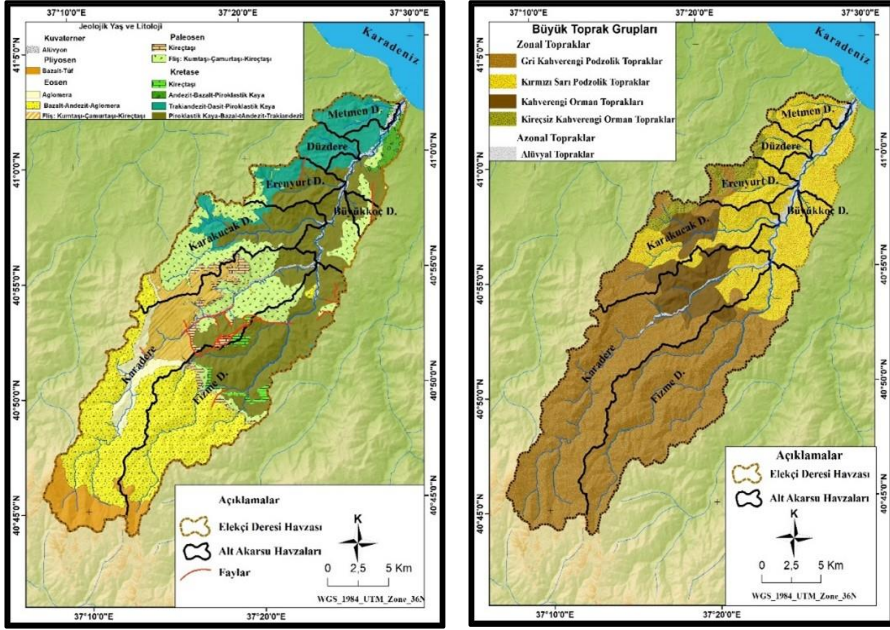
1.1.1. Çalışma alanının jeolojik ve toprak özellikleri

Araştırma alanında Kretase'den Kuvaterner'e kadar farklı zamanlara ait litolojik birimler bulunmaktadır. Sahanın en yaygın kayaç yapısı andezit, bazalt, aglomera, fliş ve kireçtaşıdır. Havzada Kretase dönemine ait araziler

oldukça geniş yer kaplamaktadır (Harita 2). Ana materyal yüzeye düşen yağış sularının yer içi sularına karışma durumu, yüzeysel akışa geçme derecesi gibi konularda belirleyici role sahiptir. Geçirimli yüzeylerde (kumtaşı, kireçtaşı) yağış suları yer içi sularını daha fazla beslemektedir. Ancak kil oranı yüksek geçirimsiz marnlar üzerinde yağışlar hızlıca yüzeysel akışa geçerek araziden uzaklaşmaktadır. Çatlaklı kireçtaşlarının yaygın olduğu alanlarda neredeyse hiç yüzeysel akış olmadan yağışlar dikey yönde çatlaklar boyunca yer içi sularına karışarak, bu tip sahalarda zengin kaynak sularının oluşmasına katkı sağlamaktadır. Geçirimsiz yapılarda ise yağışların yer içi sulara karışımı güçleşmekte ve yüzeysel akışa bağlı olarak vadi sayısı artmaktadır.

Elekçi Deresi ve kollarının şekillendirdiği havzada litolojik birimler önemli ölçüde ayrılmış durumda olup çıplak kayalık araziler oldukça sınırlıdır. Bu sahalarda akarsuların geriye aşındırmasıyla meydana gelen taş oluşumları ile Ericcek Yaylası'nın bulunduğu kütlelerin kuzeye bakan dik eğimli yamaçlarına karşılık gelir. Nemli iklim koşulları, kayaçların ayrışmasını hızlandırarak zonal toprak oluşumunu desteklemekte ve güre vejetasyon gelişimine ortam oluşturmaktadır. Ayrıca sahada tarla tarımından ziyade fındık bahçelerinin bulunması eğime rağmen erozyonu kontrol ederek arazi degradasyonunu sınırlandırmaktadır.

Elekçi Deresi Havzası'nda en yaygın toprak tipi zonal toprak grubundan gri kahverengi podzolik topraklarıdır. Araştırma sahasının aşağı çığırında kırmızı sarı podzolik topraklar, yukarı çığırında gri kahverengi podzolik topraklar, yer yerde kahverengi orman toprakları ve kireçsiz kahverengi orman toprakları yer almaktadır. Azonal toprak grubundan olan alüvyal topraklar Elekçi Deresi ve kolları boyunca yayılış göstermektedir (Harita 3).

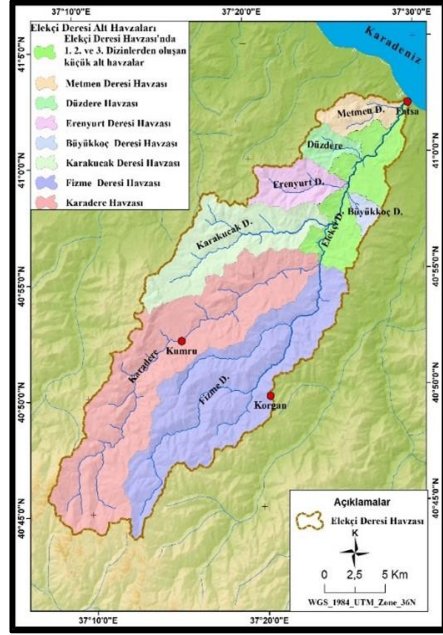
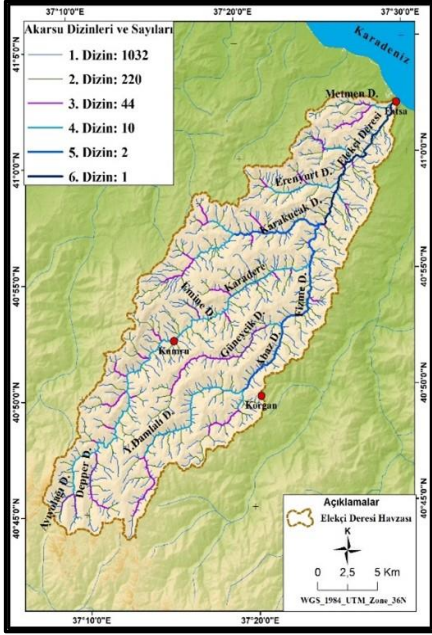


Harita 2: Elekçi Deresi'nin Jeoloji Haritası, **Harita 3:** Elekçi Deresi'nin Toprak Haritası.

2. Materyal ve Yöntem

Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) havza morfometrisi analizlerinin en temel verisini oluşturmaktadır (Waikar ve Nilawar, 2014; İmamoğlu, 2020). Bu doğrultuda ALOS PALSAR 12,5*12,5 m² çözünürlüklü SYM verisi temin edilmiştir. Araştırma alanını oluşturan Elekçi Deresi Havzası'nın sınırlarının belirlenmesi için ArcMap programından Spatial Analyst-Hydrology ara yüzünde hidroloji analizi yapılmıştır. Yapılan analiz ile havzanın akarsu ağı, su bölümü çizgisi belirlenmiş ve alt havza sınırları ortaya konmuştur (Harita 4-5). SYM verisinden üretilen havza sınırları ve drenaj ağları 1/100.000 ölçekli Türkiye Topografya Haritası g38 ve f38 paftalarından kontrol edilerek doğrulukları teyit edilmiştir. Ayrıca ArcMap programı morfometrik analizler için gerekli verilerin üretilmesinde kullanılmıştır. Belirlenen sınır çerçevesinde araştırma alanının büyük toprak grupları haritası Tarım ve Orman Bakanlığı verilerinden yararlanılarak üretilmiştir. Havzanın jeolojik yaş ve litoloji haritası MTA tarafından üretilen ayrıntılı jeoloji verilerinden

faaydalanarak oluşturulmuştur. Elde edilen bulguların tablolaştırılmasında Excel programı kullanılmıştır.



Harita 4: Elekçi Deresi'nin Hidrografa Haritası **Harita 5:** Elekçi Deresi'nin Alt Havza Haritası.

Çalışma kapsamında çizgisel, alansal ve rölyef olmak üzere üç ayrı başlıkta toplamda 14 parametre Elekçi Deresi ve alt havzalarına uygulanmıştır (Tablo 1). Alansal morfometrik parametrelerden biçim/şekil katsayısı, havza görünüm oranı, vadi yoğunluğu (D_d), akarsu sıklığı (F_s) ve infiltrasyon sayısı (I_f) incelenmiştir. Çizgisel morfometrik parametrelerden ise havza uzunluğu (L), maksimum havza genişliği (W), yüzeyel akış uzunluğu (L_f), çatallanma oranı (R_b), yatak eğim oranı (R_m) ve yatak kıvrımlılığı oranı (R_{si}) uygulanmıştır. Rölyef morfometrik parametrelerden havza reliefi (B_h), engebелilik değeri (R_n), akım toplanma zamanı (T_c), hipsometrik eğri (H_c) ve hipsometrik integral (H_i) değerleri incelenmiştir. Elde edilen bütün sonuçlar alt havzalar kapsamında karşılaştırılmış, havzanın drenaj ağı ve gelişimi ile flüvyal süreçleri etkileyen unsurlar üzerinden açıklanmıştır.

Tablo 1: Elekçi Deresi Havzası'nda Uygulanan Morfometrik Parametreler.

| Alansal Morfometrik İndisler | Sembol | Formül | Referans |
|--------------------------------------|-----------------|---|-------------------------|
| Havza alanı (km ²) | A | Alan Hesabı | Schumm (1956) |
| Havza Çevresi (km) | P | Çevre Ölçümü | Schumm (1956) |
| Biçim/Şekil Katsayısı | R _{cf} | $R_{cf} = L^2/A$ | Horton (1932) |
| Havza Görünüm Oranı | V | $V = L/W$ | Ekinci (2011) |
| Akarsu Sıklığı | F _s | $F_s = N_u/A$ | Horton (1945) |
| Drenaj Yoğunluğu | D _d | $D_d = N_u/A$ | Horton (1945) |
| İnfiltrasyon Değeri | I _f | $I_f = F_s \times D_d$ | Faniran (1968) |
| Çizgisel Morfometrik İndisler | Sembol | Formül | Referans |
| Çatallanma oranı | R _b | $R_b = N_u/N_u + 1$ | Schumm(1956) |
| Yüzeysel Akış Uzunluğu | L _f | $L_f = 1/2D_d$ | Horton (1945) |
| Yatak eğimi oranı | R _m | $RM = (H_{max}L_m) - (H_{min}L_m) / L_m$ | Miller (1990) |
| Yatak kıvrımlığı oranı | R _{si} | $R_{si} = L_m / L_d$ | Hack (1957) |
| Uygunluk oranı | R _i | $R_i = L_m / P$ | Melton (1957) |
| Rölyef Morfometrik İndisler | Sembol | Formül | Referans |
| Rölyef Oranı | R _h | $B_h = H/L_b$ | Schumm (1956) |
| Bağıl Rölyef | R _{hp} | $R_{hp} = H * 100/P$ | Melton (1958) |
| Havza Rölyefi | H | $B_h = H_{max} - H_{min}$ | Strahler (1952) |
| Engebelilik değeri | R _n | $R_n = H * D_d$ | Melton (1957) |
| Akım Toplanma Zamanı | T _c | $T_c = \frac{0.0195 * L^{0.77}}{S^{0.385}}$ | Kirpich (1940) |
| Hipsometrik İntegral | H _i | $H_i = H_{ort} - H_{min}$ | Keller ve Pinter (2002) |
| Hipsometrik Eğri | H _c | $X = a/A \quad Y = h/A$ | Strahler (1952) |

3. Bulgular

3.1. Alansal Morfometri

Havzaların drenaj ağı gelişimi ile geometrik özellikleri (çevre uzunluğu, alan genişliği) arasındaki ilişkiyi açıklayan indisler bu başlık altında incelenmiştir (Esen, 2022). Elekçi Deresi ve alt havzalarına uygulanan morfometrik indis sonuçları “Tablo 2”de verilmiştir. Çalışmada Elekçi Deresi Havzası'nın alanı 433,07 km², çevresinin ise 127,37 km olduğu tespit edilmiştir. Alt havzalar içerisinde en fazla alana 149,80 km² ile Karadere Havzası'nın, en az alana ise Büyükkoç Deresi Havzasının sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 2: Elekçi Deresi Havzasına Uygulanan Alansal Parametreler.

| Havza Adı | Alansal Parametreler | | | | | | |
|--------------------------|----------------------|---------|------|------|------|------|------|
| | A km ² | P km | Rcf | V | Dd | Fs | If |
| Elekçi Deresi Havzası | 433,07 | 127,37 | 4,56 | 3,09 | 1,93 | 3,02 | 5,82 |
| Karadere Havzası | 149,8 | 86,53 | 5,95 | 4,35 | 1,92 | 3,03 | 5,83 |
| Fizme Deresi Havzası | 125,56 | 73,54 | 5,8 | 3,44 | 1,81 | 2,93 | 5,3 |
| Karakucak Deresi Havzası | 60,66 | 48,69 | 4,68 | 2,76 | 2,01 | 3,15 | 6,31 |
| Erenyurt Deresi Havzası | 21,37 | 23,1 | 2,97 | 1,98 | 1,88 | 3,28 | 6,17 |
| Metmen Deresi Havzası | 14,97 | 19,58 | 3,54 | 2,3 | 1,62 | 2,67 | 4,33 |
| Düzdere Havzası | 10,56 | 16,06 | 2,72 | 1,53 | 1,89 | 2,84 | 5,37 |
| Büyükkoç Deresi Havzası | 5,19 | 10,88 | 2,38 | 1,29 | 2,33 | 4,05 | 9,43 |

3.1.1. Biçim şekil katsayısı (Rcf)

Havzanın görünümü hakkında bilgi veren biçim/şekil katsayısı indisi havza uzunluğu karesinin havza alanına oranlanması sonucu elde edilmektedir. Elde edilen değer yüksek ise havzanın uzunlamasına bir görünüme sahip olduğu, düşük ise de havzanın dairesel bir görünüme sahip olduğu sonucuna varılmaktadır (Horton, 1932; Bayazıt, 2013). Elekçi Deresi Havzası'nın şekil katsayısı 4,56'dır. İncelenen alt havzaların değerlerine bakıldığında en yüksek değer 5,95 ile Karadere Havzası iken en düşük değer 2,38 Büyükkoç Deresi Havzası olduğu gözlemlenmiştir.

3.1.2. Havza görünüm oranı (V)

Havza görünüm oranı, havzanın şekilsel özelliğini ortaya koyan alansal indislerden biridir. Havzanın uzunluğu ile havzanın maksimum genişliğinin oranlamasıyla bulunur (Ekinci, 2011). Çıkan değer büyüdükçe havzanın dairesel bir görünümde uzak olduğunu yansıtır. Elekçi Deresi Havzası'nın görünüm oranı 3,09 olarak hesaplanmıştır. Değerlendirmeye alınan alt havzalar içerisinde en yüksek havza görünüm oranı 5,35 ile Karadere Havzası'na aittir. Sahadaki en düşük görünüm oranı 1,29 ile Büyükkoç Deresi Havzası'nda olduğu görülmektedir.

3.1.3. Vadi yoğunluğu (Dd)

Havzadaki toplam akarsu uzunluğunun, havza alanına bölünmesi ile hesaplanmaktadır (Horton, 1932, 1945; Verstappen, 1983; Turoğlu, 1997). Vadi yoğunluğu diğer adı ile drenaj yoğunluğu indisi topografyanın parçalanma derecesi hakkında bilgi vermesi açısından önem arz etmektedir (İmamoğlu, 2020). Vadi yoğunluğunun düşük olması derelerin genç oluşumlu, yoğun bitki örtüsü ve anakayanın geçirgen, sızmanın yüksek olduğu anlamına gelmektedir. Yüksek vadi yoğunluğu değeri ise bitki örtüsünün cılız, infiltrasyonun düşük olduğuna işaret etmektedir. Elekçi Deresi Havzası'nın vadi yoğunluğu 1,93 olarak hesaplanmıştır. Alt havzalardaki en düşük ve en yüksek vadi yoğunluğu değeri şöyledir; Metmen Deresi Havzası 1,62, Büyükkoç Deresi Havzası 2,33'dür.

3.1.4. Akarsu sıklığı (Fs)

Topografik özellikler, bitki örtüsü yoğunluğu, yüzeysel akış ve sızma kapasitesine bağlı olan akarsu sıklığı bir havzadaki toplam akarsu dizinleri sayısının havza alanına oranı ile hesaplanmaktadır. Düşük akarsu sıklığı değeri yüksek geçirgenlik ve düşük yüzeysel akışı, yüksek akarsu sıklığı değeri ise düşük geçirgenlik, seyrek bitki örtüsü ve yüksek yüzeysel akışı ifade etmektedir (Horton, 1945; İmamoğlu, 2020; Öztekin ve Coşkun, 2021). Elekçi Deresi Havzası'nın Fs değeri 3,02'dir. Alt havzalarda Fs değeri; 2,67 (Metmen Deresi Havzası) ile 4,05 (Büyükkoç Deresi Havzası) arasında değiştiği görülmektedir.

3.1.5. İnfiltrasyon sayısı (If)

Topografyayı şekillendiren akarsuların nicelikleri hakkında fikir veren infiltrasyon sayısı indisi vadi yoğunluğu ile akarsu sıklığının çarpımı sonucu hesaplanmaktadır. Elde edilen değerler düşük olması yüksek infiltrasyon kapasitesine sahip alanlara karşılık gelirken, değerler yüksek olması ise, düşük infiltrasyon kapasitesine sahip olduğunu göstermektedir (Strahler, 1964; Faniran, 1968). Uygulanan formüle göre Elekçi Deresi Havzası'nın infiltrasyon sayısı 5,82'ye tekabül etmektedir. Değerlendirmeye alınan alt havzaların infiltrasyon değerleri en yüksek 9,43 ile Büyükkoç Deresi Havzası'nda en düşük ise 4,33 ile Metmen Deresi Havzası'nda olduğu tespit edilmiştir.

3.2. Çizgisel morfometri

Çizgisel parametreler havzaların drenaj ağlarında görülen çizgisel şekillerin değerlendirilmesi ve yorumlanması esasına dayanarak havzaların taşkın üretme potansiyeli hakkında fikir vermektedir. (Özdemir, 2011). Hazırlanan çalışmada çizgisel parametrelerden 4 indis ele alınmış ve incelenen tüm alt havzalara da uygulanmıştır (Tablo 3).

Tablo 3: Elekçi Deresi Havzasına Uygulanan Çizgisel Parametreler.

| Havza Adı | Çizgisel Parametreler | | | | | |
|--------------------------|-----------------------|-----------|------------|------|------|------|
| | L (Km) | W (Km) | Lf (Km) | Rb | Rm | Rsi |
| Elekçi Deresi Havzası | 44,45 | 14,39 | 0,26 | 4,22 | 0,03 | 1,14 |
| Karadere Havzası | 29,85 | 6,86 | 0,26 | 8,72 | 0,04 | 1,12 |
| Fizme Deresi Havzası | 26,98 | 7,83 | 0,28 | 4,54 | 0,04 | 1,12 |
| Karakucak Deresi Havzası | 16,84 | 6,1 | 0,25 | 3,75 | 0,05 | 1,12 |
| Erenyurt Deresi Havzası | 7,97 | 4,03 | 0,27 | 3,8 | 0,08 | 1,06 |
| Metmen Deresi Havzası | 7,28 | 3,17 | 0,31 | 4,94 | 0,07 | 1,1 |
| Düzdere Havzası | 5,35 | 3,49 | 0,26 | 3,25 | 0,1 | 1,09 |
| Büyükkoç Deresi Havzası | 3,51 | 2,72 | 0,21 | 2,5 | 0,16 | 1,1 |

3.2.1. Yüzeysel akış uzunluğu (Lf)

İndis, akarsuların yatağa ulaşmadan önce yer yüzeyinde gösterdikleri akışın uzunluk cinsinden hesaplanmasıdır ve Horton (1945) tarafından tanımlanmıştır. Yüzeysel akış uzunluğu değerinin küçük olması eğimli

araziyi, yüzeysel akışın fazlalığını ve gelişmiş drenaj havzalarını temsil etmektedir. Değerin yüksek çıkması ise yüzeysel akışın az olduğuna işaret etmektedir (Özdemir, 2011; Kumar Rai, Narayan Mishra, Mohan, 2017; Jothimani, Dawit, Mulualem, 2021). Elekçi Deresi Havzası'nın If değeri 0,26 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen değer havzanın gelişmiş bir drenaj ağına sahip olduğunu ve eğimli fazla olduğuna işaret etmektedir. Alt havzalarda elde edilen en yüksek sonucuna göre 0,31 ile Metmen Deresi Havzası'nda yüzeysel akışın diğer alt havzalara göre daha az olduğu sonucuna varılmaktadır. En düşük yüzeysel akış uzunluğu değeri 0,21 ile Büyükkoç Deresi Havzasına aittir.

3.2.2. Çatallanma oranı (R_b)

Bir dizide yer alan akarsu sayısının kendinden bir üst dizindeki akarsu sayısına oranını ifade etmektedir (Strahler, 1952). İndis topoğrafyanın parçalanma şiddetinin ne derece olduğu hakkında fikir vermektedir. Elde edilen değer düşük olması akımlara ait hidrografların daha yüksek ve kesin olduğunu işaret etmektedir. Yüksek çatallanma oranı değerinde hidrograflarda daha yumuşak bir görünüm elde edilmektedir. Çatallanma oranı Elekçi Deresi Havzası'nda 4,22'dir. İncelenen alt havzalarda çatallanma oranı 8,72 (Karadere) ile 2,5 (Büyükkoç Deresi) arasında değişmektedir.

3.2.3. Yatak eğim oranı (R_m)

İndis, ana akarsu yatağının en yüksek ve en alçak noktaları arasındaki yükselti farkının yatak uzunluğuna bölünmesi ile hesaplanmaktadır (Miller, 1990). Elde edilen değerler tektonik yapının havzalar üzerindeki etkisi ve aşınım derecesi hakkında fikir edinilmesine yardımcı olmaktadır. Havzanın yatak eğim oranı 0,03 olarak hesaplanmıştır. 0,16 R_m değeri ile Büyükkoç Deresi Havzası alt havzalar arasında en yüksek değere sahiptir. Çalışma sahasında en düşük R_m oranı 0,04 ile Karadere ve Fizme Deresi havzalarında hesaplanmıştır.

3.2.4. Yatak kıvrımlılığı oranı (R_{si})

Ana akarsu uzunluğunun, akarsuyun kaynak ve ağız noktaları arasındaki kuş uçuşu uzunluğuna oranlanması şeklinde tanımlanmaktadır (Hack, 1957). Bu indis incelenen sahalarda flüvyal aşındırma ve biriktirme süreci,

akarsuyun eğim özellikleri, topoğrafik eğim özellikleri ve akarsu ötelenmesi gibi konular hakkında fikir vermektedir (Uzun, 2021). Çalışma alanının yatak kıvrımlılığı oranı 1,14'tür. Alt havzalarda bu değer 1,12 (Karadere, Fizme Deresi, Karakucak Deresi Havzaları) ile 1,06 (Erenyurt Deresi Havzası) arasında değişmektedir. Bu değerler araştırma alanında yatak kıvrımlılığının düşük olduğunu göstermektedir.

3.3. Rölyef (yüzeysel) morfometrisi

Rölyef özellikleri ve drenaj koşulları arasındaki ilişkinin açıklanmasında yani havzaların topoğrafik özellikleri ile ilgili rölyef (yüzeysel) parametreler kullanılmaktadır. Bu başlık altında araştırma alanının havza rölyefi, engebelilik değeri, hipsometrik eğri ve hipsometrik integral değerleri hesaplanmıştır (Tablo 4).

Tablo 4: Elekçi Deresi Havzasına Uygulanan Rölyef (Yüzeysel) Parametreler.

| Havza Adı | Yüzeysel Parametreler | | | |
|--------------------------|-----------------------|------|---------------|------|
| | Bh | Rn | Tc | Hi |
| Elekçi Deresi Havzası | 1724 | 3,32 | 12 saat 10 dk | 0,40 |
| Karadere Havzası | 1556 | 2,99 | 8 saat 10 dk | 0,45 |
| Fizme Deresi Havzası | 1469 | 2,66 | 7 saat 37 dk | 0,45 |
| Karakucak Deresi Havzası | 1034 | 2,07 | 4 saat 13 dk | 0,40 |
| Erenyurt Deresi Havzası | 698 | 1,31 | 1 saat 56 dk | 0,51 |
| Metmen Deresi Havzası | 589 | 0,95 | 1 saat 41 dk | 0,39 |
| Düzdere Havzası | 680 | 1,28 | 1 saat 25 dk | 0,45 |
| Büyükkoç Deresi Havzası | 567 | 1,32 | 42 dk | 0,46 |

3.3.1. Havza rölyefi (Bh)

Havzanın maksimum ve minimum yükselti değerleri arasındaki fark sonucu elde edilen havza rölyefi, havzanın eğim ve engebe şartları, flüvyal sürecin işleyişi, akım miktarı ve hızı açısından önemli rol oynar (Strahler,1957; Özdemir, 2011; Elebaşı ve Özdemir, 2018). Araştırma alanının rölyef oranınının 1724 m olduğu tespit edilmiştir. Alt havzalar arasında bu değer 1556 (Karadere Havzası) ile 567 (Büyükkoç Deresi Havzası) arasında değişmektedir. Kısa mesafelerde görülen yüksekli farkı arazinin sarp bir topografyaya sahip olduğunu özellikle eğimin fazla olduğunu

göstermektedir. Bu durum akarsuların akış hızının fazla olmasına neden olup, suyun havzadan hızlı tahliyesi sağlamaktadır. Böylece taşkın potansiyeli zayıflamaktadır.

3.3.2. Engebelilik değeri (R_n)

Havzanın en düşük ve en yüksek noktalarının yükselti farkı yani havza rölyefi ile drenaj yoğunluğunun çarpılması sonucu engebelilik değerine ulaşılır. Yüksek engebelilik değerine sahip bir saha için akım ve erozyonal faaliyetlerinin fazla, yapının daha az geçirimli olduğu olduğu söylenebilir (Aldharab vd., 2019, Al-Assadi, 2020). Elekçi Deresi Havzası'nın engebelilik değeri 3,32 olarak hesaplanmıştır. İncelenen alt havzalarda en yüksek engebelilik değeri 2,99 ile Karadere Havzasına aitken en düşük engebelilik değeri ise 0,95 ile Metmen Deresi Havzası'na aittir.

3.3.3. Akım toplanma zamanı (T_c)

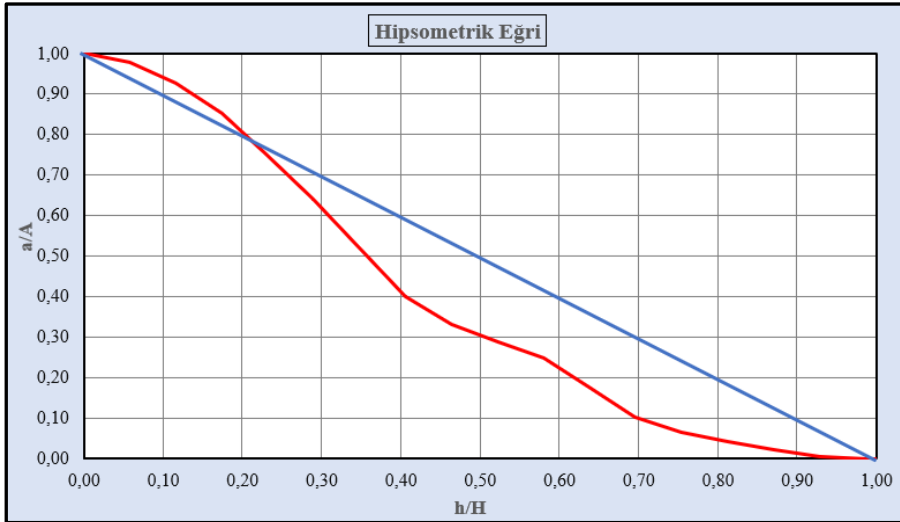
Kirpich formülü kullanılarak hesaplanan akım toplanma zamanı (Kirpich, 1940); bir akarsu havzasının en uzak mesafesinden denize veya ana kola ulaşıncaya kadar geçen zamanı ortaya koymaktadır (Verstappen, 1983; Grimaldi, Petroselli, Tauro ve Porfiri, 2012). Araştırma alanının akım toplanma zamanı 12 saat 10 dakika olarak hesaplanmıştır. İncelenen alt havzalar bazında en düşük akım toplanma zamanı Büyükkoç Deresi'dir (42 dk). Akım toplanma zamanında alt havzalarda en fazla gecikme 8 saat 10 dk ile Karadere Havza'sındadır.

3.3.4. Hipsometrik eğri (H_c)

Havzada devam eden aşınım süreçlerinin şiddeti ve bu süreçlere bağlı olarak rölyefin jeomorfolojik açıdan hangi evreye tekabül ettiği hakkında fikir vermektedir. Ayrıca hipsometrik eğrilerin, çalışılan sahaların jeomorfolojik ve tektonik gelişimleri ile ilgili olduğu da söylenilebilir (Schumm, 1956; Luo ve Harlin, 2003). Araştırma alanının elde edilen hipsometrik eğrisine bakıldığında kaynak sahasının dış bükey, ağız kesiminde iç bükey olduğu sonucuna varılmaktadır (Tablo 5; Şekil 1).

Tablo 5: Hipsometrik Eğrinin Oluşturulmasında Kullanılan Veriler.

| Rölatif Yükseklik (h) | Toplam Yükseklik (H) | Rölatif Alan (a) | Toplam Alan (A) | h/H | a/A |
|-----------------------|----------------------|------------------|-----------------|------|------|
| 0 | 1724 | 433,07 | 433,07 | 0,00 | 1,00 |
| 100 | 1724 | 422,73 | 433,07 | 0,06 | 0,98 |
| 200 | 1724 | 400,71 | 433,07 | 0,12 | 0,93 |
| 300 | 1724 | 368,31 | 433,07 | 0,17 | 0,85 |
| 400 | 1724 | 324,75 | 433,07 | 0,23 | 0,75 |
| 500 | 1724 | 277,67 | 433,07 | 0,29 | 0,64 |
| 600 | 1724 | 225,72 | 433,07 | 0,35 | 0,52 |
| 700 | 1724 | 172,86 | 433,07 | 0,41 | 0,40 |
| 800 | 1724 | 143,36 | 433,07 | 0,46 | 0,33 |
| 900 | 1724 | 124,92 | 433,07 | 0,52 | 0,29 |
| 1000 | 1724 | 107,19 | 433,07 | 0,58 | 0,25 |
| 1100 | 1724 | 76,50 | 433,07 | 0,64 | 0,18 |
| 1200 | 1724 | 44,43 | 433,07 | 0,70 | 0,10 |
| 1300 | 1724 | 28,80 | 433,07 | 0,75 | 0,07 |
| 1400 | 1724 | 18,28 | 433,07 | 0,81 | 0,04 |
| 1500 | 1724 | 9,62 | 433,07 | 0,87 | 0,02 |
| 1600 | 1724 | 2,32 | 433,07 | 0,93 | 0,01 |
| 1700 | 1724 | 0,07 | 433,07 | 0,99 | 0,00 |
| 1724 | 1724 | 0,00 | 433,07 | 1,00 | 0,00 |

**Şekil 1:** Elekçi Deresi Havzası'nın Hipsometrik Eğrisi.

3.3.5. Hipsometrik integral (Hi)

Hipsometrik eğrinin sayısal değeri olan hipsometrik integral, ortalama havza yükseltisi ile minimum havza yükseltisi farkının, maksimum havza yükseltisi ile minimum havza yükseltisi farkına bölünmesi ile elde edilmektedir. Sonucun 0'a yaklaşması havzanın yaşlılık, 1'e yaklaşması ise havzanın genç olduğunu göstermektedir (Keller ve Pinter, 2002). Hipsometrik integral değeri 0,60'tan büyük olan havzalar gençlik evresini, 0,60-0,35 arasında olan değerler olgunluk evresini, 0,35'ten küçük olan Hi değerleri havzanın yaşlılık evresinde bir topografyaya sahip olduğunu ifade eder (Weissel, Pratson ve Malinverno, 1994; Willgoose ve Hancock, 1998). Havzalar jeomorfolojik gelişim evreleri açısından yaşlılık evrelerine yaklaştığı ölçüde akarsulardaki taşkın karakterli su akış potansiyelinin arttığı bilinmektedir (Özdemir, 2011; Coşkun ve Öztürk, 2022). Çalışma sahasının hipsometrik integral değeri 0,40 olarak hesaplanmış, bu değerinde havzanın olgunluk evresinde olduğunu göstermektedir.

4. Sonuç

Karadeniz kıyı kuşağında ortamın litolojik, topografik ve iklimik özelliklerine bağlı olarak sık sık taşkın olayları gerçekleşmektedir. Ortamın doğal koşullarına ek olarak beşerî faaliyetler atmosferik afetlerin gerçekleşmesini tetiklemektedir. Dar kıyı şeridi ve taşkın yataklarında yoğunlaşan yerleşmeler meydana gelen doğal süreçleri afet boyutuna taşımaktadır. Elekçi Deresi atmosferik afet açısından tehdit unsuru oluşturan akarsulardan biridir. Bu nedenle çalışma alanı morfometrik analizlerle açıklanarak havzanın hidrografik özellikleri ve belirlenen özelliklerin taşkın potansiyeli üzerindeki etkisini belirlemek amaçlanmıştır. Elekçi Deresi, Fatsa (Ordu) şehir merkezinin batı kesiminden Karadeniz'e dökülmektedir. Kumru ve Korgan yaylaları olarak bilinen yüksek platolardan kaynağını alan Elekçi Deresi, Kumru İlçe Merkezi'nden geçerek İslamdağ Beldesi ve akarsuyun ağız kesiminde yer alan Fatsa İlçe Merkezi'ni etkilemektedir. Bu belediye örgütlü yerleşmeler dışında çok sayıda mahalle yerleşmesini etkileme potansiyeli taşımaktadır. Havza içerisinde yer alan Korgan İlçe Merkezi ise yüksek bir sırtta kurulu olması nedeniyle taşkınlardan etkilenmemektedir. Akarsu havzalarının morfometrik özellikleri ile taşkın olayları arasında ilişki

olduğu bilinmektedir. Elekçi Deresi Havzası morfometrik indisler uygulanarak incelenmiştir. Araştırma alanını oluşturan Elekçi Deresi Havzası 433,07 km² alana sahiptir. Havzada yükselti farkı 1724 metredir. 6 dizin düzeyinde toplam 1309 adet akarsu kolu belirlenmiştir. Coğrafi açıdan değerlendirildiğinde taban seviyesi oluşturan akarsu, incelenen havzanın ana akarsuyunu oluşturması gerekmektedir. Ağız kesiminden itibaren taban seviyesi oluşturan akarsuyun takip edilmesiyle, Elekçi Deresi Havzası'nın ana akarsuyu, kaynağını Yalın Tepesi'nden alan Karadere olduğu belirlenmiştir.

Araştırma alanı alansal, çizgisel ve rölyef morfometrisine göre ayrı ayrı incelenmiştir. Elekçi Deresi Havzası'nın alansal olarak en büyük alt havzası Karadere Havzası'dır. Havzanın şekilsel özelliklerini yansıtan havza görünüm oranı ve biçim/şekil katsayıları Elekçi Deresi Havzası ve alt havzalarının uzunlamasına havza özelliği taşıdığını göstermektedir. Bu özelliği alanda geçirimsizliğin yüksek, yüzeysel akışın ve taşkın duyarlılığının düşük olduğunu yansıtmaktadır. Araştırma alanında vadi yoğunluğu, akarsu sıklığı ve infiltrasyon dereceleri birbirini destekler niteliktedir. Elekçi Deresi Havzası'nda nemliliğin yüksek olması, bitki örtüsünün yüzeyi örtmesi, kayaç ve toprak özelliklerine bağlı olarak geçirimsiz yüzeylerin geniş alan kaplaması bu durumun nedenlerini oluşturmaktadır.

Araştırma alanında düşük dizinli ve kısa olan akarsuların oluşturduğu alt havzalarda yatak eğim oranı daha fazla buna karşın yatak kıvrımlılığı daha düşüktür. Elekçi Deresi Havzası ve alt havzalarında yüzeysel akış uzunluğu düşüktür. Bu durum neotektonik hareketler ile kıvrımlanan Kuzey Anadolu Dağları'nın kuzeye bakan eğimli yamaçlarında konsekant olarak kurulan Elekçi Deresi'sin oluşturduğu araştırma alanında eğimin fazla olmasından kaynaklanmaktadır.

Elekçi Deresi Havzası'nın kaynak sahasına düşen yağış suları yaklaşık olarak 12 saat 10 dakika sonra ağız kesimine ulaşmaktadır. Hesaplanan bu süre olası taşkın olayında akımın pik yapacağı zamanın başlangıcı olarak düşünülebilir. Engebelilik değeri Elekçi Deresi Havzası'nda alt havzalara göre daha yüksektir. Alt havzalar içinde ise Karadere Havzası'nda en yüksek seviyedir. Bu durum Karadere Havzası'nda topografyanın yarıma derecesinin fazla olduğuna işaret etmektedir. Araştırma alanı için üretilen hipsometrik eğriye göre havzanın kaynak sahasında dış bükeylik ağız

kesiminde ise iç bükeylik söz konusudur. Bu durum kaynak kesiminde gençlik evresi, aşağı çığırda ise olgunluk evresinin yaşandığını göstermektedir. Hipsometrik integral değeri ise Elekçi Deresi Havzası'nda 0,40 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen değer havzanın olgunluk evresinde olduğunu göstermektedir. Havzada jeomorfolojik gelişim evresi ilerledikçe taşkın potansiyelinin artması beklenmektedir. Bu nedenle havza yönetimine yönelik planlamaların yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Dairesel karakterli havzaların taşkın üretme potansiyelinin uzunlamasına özellik gösteren havzalara göre daha yüksek olduğu bilinmektedir (Özdemir, 2011; Karataş, 2017; Polat, 2019; İmamoğlu, 2020; Coşkun ve Öztürk, 2022). Buna rağmen Elekçi Deresi Havzası gibi uzunlamasına bir havza özelliği gösteren ve Karadeniz kıyı kuşağında benzer iklim bölgesinde yer alan Trabzon ili akarsu havzalarında (Yıldırım, 2021), Dereli Deresi Havzası'nda (Apaydın, 2021) taşkınlar meydana gelmektedir. Elekçi Deresi Havzası'nda da 1972, 1973, 2004 (Özlü, 2012) ve 2012 yıllarında taşkınlar meydana gelmiştir. Coşkun ve Ortaç, orman örtüsü; taşkın, sel, erozyon gibi birçok doğal afetlerde koruyucu görev yapmaktadır (Coşkun ve Ortaç, 2022). Araştırma alanında tarımsal faaliyetlerin fındığa dayalı olması, yüksek nemliliğe bağlı olarak bitki örtüsünün yüzeyleri kaplaması alanda çıplak yüzeyleri minimum düzeye indirmektedir. Ayrıca kaynak sahasında kumlu bünyeli, organik madde birikimi fazla olan toprakların gelişmiş olması infiltrasyon potansiyelini artırmaktadır. Böylece yağış anında intersepsiyonun güçlü olması nedeniyle yüzeysel akış zayıflamaktadır. Buna rağmen araştırma alanını da kapsayan Karadeniz kıyı kuşağında yaz yağışlarının şiddetli sağanaklara dönüşmesi bölgede taşkın üretmektedir. Coşkun ve Ortaç, kumlu topraklar şiddetli yağışlarda akarsuların fiziksel yükünü artırmakta ayrıca derine aşındırmayla dikleşen vadi yamaçlarında meydana gelen kütle hareketleri nedeniyle akarsulara fazla miktarda fiziksel yük karışmaktadır (Coşkun ve Ortaç, 2022). Benzer durum Elekçi Deresi Havzası'nda yaşanmaktadır. Akımın yükseldiği zamanların ardından akarsu yatağında fazla miktarda materyal birikimi gerçekleşmektedir. Bu durum eğimin azaldığı akarsu yataklarının dolmasına neden olarak taşkın oluşumuna neden olmaktadır.

Elekçi Deresi Havzası'nda olası taşkın olaylarından en fazla etkilenecek kesimi olan yatak eğiminin düşük olduğu ve biriktirmenin artacağı aşağı çığırda vadi tabanı düzlüklerinde yapılaşma giderek artmaktadır. Fatsa İlçe Merkezi'nde akarsuyun her iki yakası ulaşım ve yerleşme alanına dönüşmüş vaziyettedir. Fatsa'nın hemen güneyinde geniş vadi tabanı düzlüğüne büyükşehir belediyesi tarafından büyükbaş hayvan pazarı ve mezbahanesi inşa edilmiştir. Madendüzü olarak adlandırılan kesimde taşkın yatağı üzerine yakın tarihte büyükbaş havan çiftliği kurulmuştur. Kumru İlçe Merkezi'nde akarsuyun her iki yakası yerleşim alanıdır. Kıyı kanununa muhalefet olarak düşünülmesi gereken bu alanlar taşkın halinde afet riskini artırmaktadır. Taşkın olaylarının afetlere dönüşmesinde en önemli nedenin akarsularda kıyı kanunlarına uyulmaması olarak görülmektedir. Bunlar dışında akarsular üzerinden geçirilen yol yapım çalışmaları kapsamında inşa edilen köprü ve menfezler şiddetli yağışlarda tıkanma potansiyeli taşıyan örnekleri barındırmaktadır.

Taşkın olaylarından korunmanın en temel ilkesi olarak akarsuların taşkın yataklarının akarsulara bırakılmasından geçtiği düşünülmektedir. Yanlış planlamalar sonucu vadi tabanlarının imara açılması, dere ıslah çalışmalarında ekstrem yağış koşullarında havzaya düşen yağışın neden olacağı akıma uygun olmayan taşkın koruma setleri, köprü ve menfez çalışmalarının terk edilmesi gerekmektedir. Şiddetli yağışlarda akarsuların fiziksel yükleri artmakta ve bu yükleri eğimin azaldığı yerlerde taşıma kapasitesinin zayıflamasına bağlı olarak biriktirmektedir. Bu durum akarsu yataklarının dolmasına ve suların çevreye taşmasında etkili olmaktadır. Özellikle ilçe merkezlerine ulaşmadan akarsular üzerinde uygun yerlere akarsuyun fiziksel yükünü bırakacağı setler oluşturularak kaba unsurların yerleşme alanlarına ulaşması engellenmeli böylelikle yatakta daimî su akışı sağlanarak taşkın riski azaltılmalıdır. Havzada özellikle akarsuyun ilçe merkezlerine yaklaştığı yerlerden itibaren akarsu yatakları genişletilmeli mümkünse derinleştirilerek akarsu yatağının sutaşıma potansiyeli artırılmalıdır. Araştırma alanında yapılan gözlemlerde Kumru İlçe Merkezi'nde ana kola bağlanan birinci ve ikinci düzey akarsulardan oluşan dereler, yatak üzerinde menfeze alınarak doğrudan akarsu üzerine inşa edilen binaların yer aldığı tespit edilmiştir. Bu durum yerel yönetimlerde imar

planlarının ne denli yanlış yapıldığını ve taşkınlar için nasıl ortam hazırlandığını gözler önüne sermektedir. Benzer durumda olan dere yataklarının mutlak suretle açılması önemli görülmektedir.

MORPHOMETRIC ANALYSIS OF THE ELEKÇİ STREAM BASIN (ORDU)

Abstract

Flood events often occur in the Black Sea coastal belt. Floods can occur depending on the natural characteristics of river basins, as well as be triggered by human factors. The natural flood generating potential of the river basins where flood events are experienced can be determined by morphometric analyses. Morphometric analysis helps to explain the geological, geomorphological and hydrographic characteristics of river basins with different indices. In this context, the Elekçi Stream Basin, located in the eastern part of the Central Black Sea Subregion of the Black Sea Region, was studied. The Elekçi Stream Basin is considered important in terms of the fact that flood events have been observed in the past and that it still carries a flood risk today. In the study, it is aimed to reveal the hydrographic characteristics of the basin by explaining the spatial, superficial and relief characteristics of the Elekçi Creek Basin with morphometric analyzes and to determine the effect of the determined characteristics on the flood potential. For this purpose, the Strahler method was used to determine the stream directories and 14 different indices, including spatial, linear and relief, were applied to the main basins and sub-basins taken into consideration. The applied analyzes were produced through the ArcMap program, which is a Geographical Information Systems software. Although it is concluded that the Elekçi Stream Basin is a longitudinal basin according to the data obtained, the transformation of summer precipitation into heavy downpours in the Black Sea coastal belt increases the flood risk in the region. When the basin is evaluated geomorphologically, it is concluded that the resource section is at the youth stage and the lower stage is at the maturity stage.

Keywords: Elekçi Stream Basin, Morphometric Analysis, Basin, CBS

KAYNAKÇA

- Al-Assadi, K.H.F. (2020). Analyzing the morphometric characteristics of Wadi Mezal basin using geographical information systems. *Groundwater for Sustainable Development*, 11: 1-7. DOI: 10.1016/j.gsd.2020.100436.
- Aldharab, H.S., Ali, S.A. ve Ghareb, J.I.S.A. (2019). Analysis of basin geometry in Ataq Region, part of Shabwah Yemen: using remote sensing and geographic information system techniques. *Bulletin of Pure and Applied Sciences*, 38: 1-15. DOI: 10.5958/2320-3234.2019.00001.5.
- Apaydın, A. (2021). 22 Ağustos 2020 Tarihli taşkına neden olan Dereli Deresi (Giresun) havza analizleri, taşkınım nedenleri ve sonuçları. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 11(2), 392-425. DOI: 10.31466/kfbd.908878.
- Atalay, İ. (2018). *Uygulamalı hidrografiya*. İzmir: Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri.
- Atalay, İ., Altunbaş, S., Coşkun M. ve Siler, M. (2020). *Taşların ekolojisi ile topografinin toprak oluşumu, tarım ve ormancılık açısından önemi*. İzmir: Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri.
- Avcı, V. ve Günek, H. (2015). Bahçeköy Fayı'nın (KAF) Uludere Havzası'na (Göynük Çayı-Bingöl) etkisinin morfometrik yöntemlerle araştırılması. *TÜCAUM, VIII. Coğrafya Sempozyumu*.
- Bayazıt, M. (2013). *Hidroloji*. İstanbul: Birsen Yayınevi.
- Biswas, A., Das Majumdar, D. ve Banerjee, S. (2014). Morphometry governs the dynamics of a drainage basin: analysis and implications. *Hindawi Publishing Corporation Geography Journal*, 27 (3): 1-14. DOI: 10.1155/2014/927176.
- Chandrashekar, H., Lokesh, K.V., Sameena, M., Roopa, J. ve Ranganna, G. (2015). GIS –based morphometric analysis of two reservoir catchments of Arkavati River, Ramanagaram District, Karnataka. *Aquatic Procedia*, 4: 1345–1353. DOI: 10.1016/J.Aqpro.2015.02.175.
- Coşkun, M. ve Öztürk, A. (2022). Havza önceliklendirmesi bakımından Ermenek Çayı Havzası ve Gökçay Havzasının karşılaştırmalı morfometrik analizi. *Turkish Journal of Forestry*, 23(1), 1-10.

- Coşkun, M. ve Ortaç, G. (2022). Filyos Çayı Havzası'nın (Karabük Merkez İlçe-Gökçebey) Çok Ölçütlü Karar Analizi Yöntemiyle Taşkın Risklerinin Belirlenmesi. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 27(47), 15-27. doi: 10.5152/EGJ.2022.951997.
- Elbaşı, E. ve Özdemir, H. (2018). Marmara Denizi akarsu havzalarının morfometrik analizi. *Coğrafya Dergisi*, (36), 63-84.
- Esen, F. (2022). Ayancık Çayı Havzası'nda (Sinop) meydana gelen taşkın olaylarının havza morfometrisi açısından değerlendirilmesi. *International Journal of Geography and Geography Education (IGGE)*, 47, 233-257. [Http://Dx.Doi.Org/10.32003/İgge.1126933](http://Dx.Doi.Org/10.32003/İgge.1126933).
- Faniran, A. (1968). The index of drainage intensity-a provisional new drainage factor. *Australian Journal of Science*, (31), 328-330.
- Grimaldi, S., Petroselli, A., Tauro, F. ve Porfiri, M. (2012). Times of concentration: a paradox in modern hydrology. *Hydrological Sciences Journal*, 57(2), 217-228.
- Hack, J. T. (1957). Studies of longitudinal profiles in Maryland and Virginia, U.S. *Geological Survey*, 294, 45-92.
- İmamoğlu, A. (2020). Alaca Çayı Havzası erozyon durumunun morfometrik ölçümler ile ilişkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 18, 868-878.
- Jothimani, M., Dawit, Z. ve Mulualem, W. (2021). Flood susceptibility modeling of Megech River Catchment, Lake Tana Basin, North Western Ethiopia, using morphometric analysis. *Earth Systems and Environment*, 5(2), 353-364. [Https://Link.Springer.Com/10.1007/S41748.020.00173-7](https://Link.Springer.Com/10.1007/S41748.020.00173-7)
- Karataş, A. (2014). *Karasu Havzasının hidrografik planlaması* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Keller, E. A. ve Pinter, N. (Eds.). (2002). *Active tectonics: earthquakes, uplift, and landscape*. New Jersey: Prentice Hall.
- Kirpich, Z. P. (1940). Time of concentration of small agricultural watersheds. *Civil Engineering*, 10(6), 362.
- Kumar Rai, P., Narayan Mishra, V. ve Mohan, K. (2017). A study of morphometric evaluation of the Son Basin, India using geospatial

- approach. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 7, 9-20. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2017.05.001>.
- Luo, W. ve Harlin, J. M. (2003). A theoretical travel time based on watershed hypsometry. *Journal of the American Water Resources Association*, 39: 785-792. DOI: 10.1111/j.1752-1688.2003.tb04405.x.
- Miller, J. R., Ritter, D. F. ve Kochel, R. C. (1990). Morphometric assessment of lithologic control on drainage basin evolution in the Crawford Upland. *American Journal of Science*, 290, 569-599.
- Miller, V. C. (1953). *Quantitative geomorphic study of drainage basin characteristics in the Clinch Mountain area, Varginia and Tennessee*. Technical Report, NR 389042, Columbia University, New York.
- Özdemir, H. (2011). *Havza morfolometrisi ve taşkınlar, fiziki coğrafya araştırmaları; sistematik ve bölgesel*. İstanbul: Türk Coğrafya Kurumu Yayınları.
- Özlu, T. (2012). Elekçi Deresi (Fatsa) Havzası'nın hidrolojik sorunları ve bunların iklim şartları ile ilişkileri. *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 3(6), 282-299.
- Öztekinci, S. Y. ve Coşkun, M. (2021). *Devrek Çayı Havzasının vejetasyonu ve hidroğrafyası*. Ankara: İKSAD Publishing House.
- Öztürk, A. (2020). *Bütüncül Havza Yönetimi Yaklaşımının Ermenek Çayı Havzası Örneğinde Uygulanabilirliğinin Değerlendirilmesi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Karabük.
- Polat, N. (2019). *Araç Çayı Havzasının uygulamalı hidroğrafyası* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Karabük Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Karabük.
- Strahler, A.N. (1952). Hypsometric (area-altitude curve) analysis of erosional topography. *Geological Society of America Bulletin*, 63: 1117-1141.
- Strahler, A. N. (1957). Quantitative analysis of watershed geomorphology. *American Geophysical Union Transactions*, 38(6), 913-920.
- Strahler, A. N. (1964). *Quantitative geomorphology of drainage basins and Channel Networks*. New York: Mcgraw Hill Book Company.

- Tekin, S. (2019). *Göksu Nehri Havzasının coğrafi bilgi sistemleri tabanlı jeomorfometrik analizi ve niceliksel heyelan olası tehlike değerlendirmesi* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Turan, A. N. U. (2022). *Coğrafi planlama ve havza yönetimi açısından Porsuk Çayı Havzası* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Karabük.
- Turoğlu, H. (1997). İyidere Havzasının hidrografik özelliklerine sayısal yaklaşım. *Türk Coğrafya Dergisi*, Sayı:32, İstanbul, S. 355- 364.
- Turoğlu, H. ve Aykut, T. (2019). Ergene Nehri Havzası için hidromorfometrik analizlerle taşkın duyarlılık değerlendirmesi. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, 2: 1-15.
- Utlu, M. ve Özdemir, H. (2018). Havza morfometrik özelliklerinin taşkın üretmedeki rolü Biga Çayı havzası örneği. *Coğrafya Dergisi*, (36), 49-62. DOI: 10.26650/JGEOG408101.
- Uzun, M. (2021). İnegöl Havzasında drenaj ağı gelişimi ve flüvyal süreçlerin morfometrik analizlerle incelenmesi. *Ege Coğrafya Dergisi*, 30(1), 85-106.
- Verstappen, H. (1983). *Applied geomorphology: geomorphological surveys for environmental development*. New York: Elsevier.
- Waikar, M. ve Nilawar, A. P. (2014). Morphometric analysis of a drainage basin using geographical information system: a case study. *Int. J. of Multidisciplinary and Current research*, 2: 179-184.
- Weissel, J., Pratson, L. ve Malinverno, A. (1994). The length-scaling properties of topography. *Journal of Geophysical Research*, (99), 1397-1402.
- Willgoose, G. ve Hancock, G. (1998). Revisiting the hypsometric curve as an indicator of form and process in transport-limited catchment. *Earth Surface Processes and Landforms: The Journal of the British Geomorphological Group*, 23(7), 611-623.
- Yıldırım, Ü. (2021). Trabzon (KD Türkiye) akarsu havzalarının coğrafi bilgi sistemi kullanılarak morfometrik analiz yoluyla hidrolojik değerlendirmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 23(1): 244-253. DOI: 10.24011/barofd.894180.

6. BÖLÜM

BOZKURT İLÇESİ'NİN (KASTAMONU) HEYELAN DUYARLILIK ANALİZİ

Doktorant Afife KIRMIZI¹³
Doç. Dr. Sevda COŞKUN¹⁴

Amaçlar

- Bozkurt İlçesinde meydana gelen heyelanlar hakkında bilgi vermek
- Heyelan duyarlılık analizi yaparak, risk taşıyan alanları tespit etmek
- Bozkurt ilçesinde heyelana yüksek duyarlılık gösteren sahaları etkileyen faktörleri tespit etmek

¹³ Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Karabük, Türkiye. afifekrmz@gmail.com, ORCID: 0000-0003-3542-6995.

¹⁴ Karabük Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Karabük, Türkiye. sevdacoskun@karabuk.edu.tr, ORCID: 0000-0002-4702-4670.

GİRİŞ

Heyelanlar, yamaçların hareketleri, bulunduğu malzeme türüne, yaşına, jeomorfolojik unsuruna, iklim faktörüne ve antropojenik sebeplere göre değişmektedir. Heyelanlar deprem, su baskını ve çığ gibi önemli doğal afetler boyutunda etkili olabilmektedir. Yamaçlarda kayalardan veya topraktan oluşmuş kütlelerin yerçekiminin etkisiyle kopması ve kayması heyelan olarak açıklanmaktadır (Crozier; 1986; Öztürk, 2002). Yeryüzünde çok sık meydana gelmekte ve genellikle büyük ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Heyelanların verdiği zarar, oluşumunda etkili olan faktöre göre değişir. Örneğin iklim ile doğrudan ilişkisi olan heyelan bazen küçük bir alanı etkilerken bazen de bir yerleşim yerinin yok olmasına neden olmaktadır (Yalçın, 2007).

Heyelanların sosyal-ekonomik etkilerinin artması bu konuda analiz ve araştırmaları yoğunlaştırmıştır. Heyelana duyarlı bir sahanın analizi ve riski belirlenebilmesi toplum için oldukça önemlidir (Özşahin, 2014). Heyelan duyarlılık, heyelan oluşumunda etkili olabilecek parametreler dikkate alınarak yapılan değerlendirmeler sonucunda, gelecekte heyelan meydana gelmesi olası alanların göreceli olarak hassasiyetinin sınıflandırılmasıdır (Eintein 1988; Derin ve Ercanoğlu, 2018; Durgun, 2019).

Heyelanlardan kaynaklanan zararları minimuma indirmek ve gelecekte olabilecek heyelanların tespiti için çeşitli yöntemler üretilerek heyelan envanter çalışmaları ortaya konulmuştur. Gelecekte heyelanların meydana gelme olasılığı heyelan duyarlılık değerlendirmeleri ile tespit edilebilmektedir (Çellek, Bulut ve Ersoy, 2015). Heyelan duyarlılık analizinin temel amacı, bir bölgedeki tehlike ve risk teşkil eden alanları belirlemektir. Analizin sonucunda heyelanın etkilerini göreceli bir şekilde ortaya koyarak gerekli önlemlerin alınmasına kolaylık sağlamaktadır (Varnes, 1984; Yalçın, 2007). Herhangi bir heyelan tehlikesi çalışmasına yönelik ilk yaklaşımlar, heyelan envanterlerinin belirlenmesidir. Bu tür envanterler, çoğu duyarlılık haritalama tekniğinin temelini oluşturmaktadır (Dai, Lee ve Ngai, 2002). Belirli kriterler oluşturulduktan sonra yapılan arazi çalışmaları ve sayısal değerlendirmeler ile bir sahanın heyelan duyarlılık haritaları hazırlanmaktadır. Bu haritalara göre heyelan riski taşıyan bölgeler teşhis edilebilmekte ve bu alanlarda önlemler alınabilmektedir. Heyelan riskine

karşı önlemler almak ve planlamalar yapmak için çeşitli yöntemleri bulunmaktadır. Heyelan duyarlılık analizi yapılırken nitel ve nicel olmak üzere iki yaklaşım kullanılmaktadır. Nitel yöntemler öznedir. Daha çok uzmanların bilgi temeline bağlı olarak arazi incelemeleri sonucu ya da heyelanı etkileyen faktörlerin indeks haritalarının birleştirilmesinden yararlanır (Erener ve Lacasse 2007; Altural, 2012). Nicel yöntemler ise jeoloji teorisinin benzerlik ilkesine göre, geçmişte heyelanların, jeoçevresel özelliklerini gösteren verilere, gelecekte heyelan olmasının mekânsal olasılığını değerlendirmek için başvurulur (Pourghasemi ve Rahmati, 2018; Huang ve Zhao, 2018; Öz ve Günek, 2021). Heyelan duyarlılık analizi ile ilgili literatürde yapılan birçok duyarlılık çalışmaları bulunmaktadır (Yalçın, 2007; Akgün, Pradha ve Kıncal, 2011; Öz ve Günek, 2021; Üzel Günini ve Öztürk, 2021; Yılmaz, 2023).

Çalışma kapsamında heyelan duyarlılık alanlarının belirlenmesi için çoklu doğrusal regresyon yönteminden yararlanılmıştır. Çoklu doğrusal regresyon “y” olarak isimlendirilen sayısal bir bağımlı değişken, “x” olarak ifade edilen ise bir veya birden daha fazla bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi inceleyen modelledir. Bu modelde bağımsız değişken sayısı birden fazla ise çoklu doğrusal regresyon olarak adlandırılır. Doğrusal regresyonda bağımlı değişken sayısal bir değişken olmak zorundadır (Kılıç, 2013). Heyelan duyarlılık analizi için bağımlı ve bağımsız faktörlerin yer aldığı katmanlar hazırlanır ve heyelan duyarlılık haritası oluşturulur.

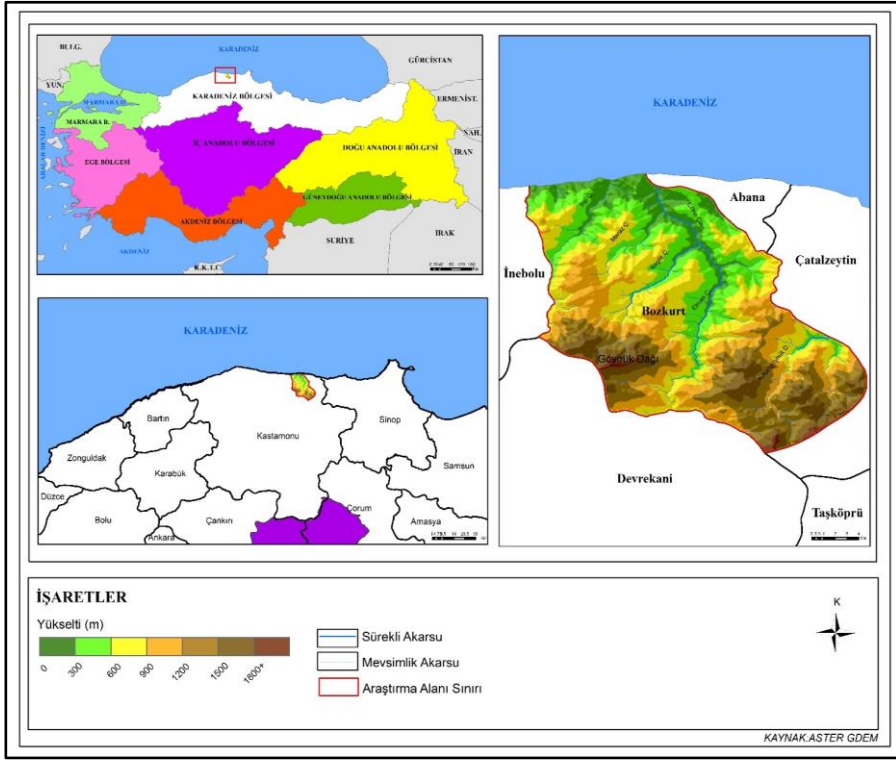
Türkiye’de coğrafi faktörlere bağlı olarak bazı bölgelerde heyelanlara daha sık rastlanmaktadır. En fazla heyelan Trabzon, Rize, Karabük, Bartın, Zonguldak ve Kastamonu illerinde gerçekleşmiştir (Gökçe, Özden ve Demir, 2008). Hazırlanan çalışmanın alan kapsamı Batı Karadeniz bölümünde yer alan Kastamonu iline bağlı Bozkurt ilçesidir. Bozkurt ilçesi; jeolojik, jeomorfolojik ve iklim koşulları açısından heyelanlar, sel ve taşkınların sıklıkla meydana geldiği bir alandır. Literatür taraması sonucunda araştırma alanına ait sel ve taşkınla ilgili çalışmalara rastlanılmıştır. (Bilgen, Balcı ve Kalça, 2022; Mentşe ve Eroğlu, 2022). Ancak heyelanla ilgili bir çalışma bulunmamaktadır. Bu yüzden bölgenin heyelan duyarlılık değerlendirilmesinin yapılarak literatüre katkı sağlanması beklenmektedir. Çalışmanın amacı Bozkurt ilçesinin doğal vebeşerî ortam özellikleri göz

önüne alınarak çoklu doğrusal regresyon ile heyelan duyarlılık analizinin yapılmasıdır. Bu amaç doğrultusunda ilk olarak araştırma sahasının fiziki coğrafya özellikleri incelenmiş olup analiz için bağımsız değişkenler belirlenmiştir. Çalışma sahasında heyelan oluşumunu etkileyebilecek jeoloji, yükselti, eğim, bakı, faya uzaklık, Normalize Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI), akarsu, yağış (mm), araziden yararlanma, Topografik Nemlilik İndeksi (TWI), toprak tipleri, profil eğriselliği, yola uzaklık parametreleri bağımsız değişkenler olarak belirlenmiştir. ArcMap ortamında işlenmesi ve katmanların çakıştırılması ile heyelan duyarlılık haritası oluşturulmuştur. Çalışma kapsamında belirtilen amaca uygun olarak aşağıdaki sorulara yanıt aranacaktır.

- Bozkurt ilçesinin heyelan duyarlılığın dağılımını etkileyen faktörler nelerdir?
- Bozkurt ilçesinin heyelan duyarlılık dağılışı ne şekildedir?

1. Araştırma Alanı

Çalışma alanı olan Bozkurt ilçesi, Batı Karadeniz bölümünde idari olarak Kastamonu'ya bağlıdır. Sahasının matematik konumu 35° 43' kuzey enlemi, 32°43' doğu boylamıdır. İncelenen sahanın kuzeyinde Karadeniz, kuzeybatıda Abana, güneyinde Devrekani, doğusunda Çatalzeytin, batısında ise İnebolu ilçesi bulunmaktadır. Çalışma sınırları içerisinde yer alan dağ ve tepelerin yükseltileri 1800 m'yi geçmektedir. Çalışma sahasının önemli akarsularından olan Ezine Çayı'nın doğu ve batı yamaçlarında yerleşim alanları bulunmaktadır. Alanın en yüksek yerini 1800 m ile Göynük Dağı oluşturmaktadır (Harita 1).



Harita 1: Bozkurt İlçesinin Lokasyon Haritası.

2. Araştırmanın Materyali ve Yöntemi

Hazırlanan çalışmada konu seçimi yapılmasının ardından belirlenen anahtar kelimeler yardımıyla ulusal ve uluslararası alan yazını araştırması yapılmıştır. Özellikle heyelan duyarlılığı için seçilen yöntemler incelenmiştir. Çoklu doğrusal regresyon metoduyla heyelan duyarlılık analizinin yapılabilmesi için ilk önce heyelan envanter haritalarına ihtiyaç duyulmaktadır (Özşahin, 2014). Heyelan envanter haritaları; heyelan duyarlılık haritalarının üretebilmesi amacıyla kullanılan temel verilerdir (Aydınoglu ve Altürk, 2021). Bölgede heyelan oluşumunda etkili olduğu düşünülen parametrelerin elde edilmesi, çalışmanın en önemli aşamalarını oluşturmaktadır (Demir, 2011). Her bir parametrenin heyelan üzerindeki etkisi incelenmelidir (Aghlmand, Onur ve Talaei, 2020). Çalışma alanına ait heyelan duyarlılık haritasının hazırlanması amacıyla, sahanın heyelan oluşumunu etkileyecek yükselti, eğim, bakı, yağış, jeoloji ve litoloji,

Topografik Nemlilik İndeksi (TWI), toprak tipleri, araziden yararlanma, faya uzaklık, akarsuya uzaklık, yola uzaklık, NDVI parametreleri kullanılmıştır. Bu amaçla, alana ait 1:25 000 ölçekli Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından hazırlanan heyelanların dağılışı verisi, Google Earth'e üzerine aktarılmıştır. Daha sonra ArcMap 10.4.1. programında sayısallaştırılmıştır. Bozkurt ilçesi'nin toprak grupları, akarsular, yol ağları, araziden yararlanma parametreleri, Tarım ve Orman Bakanlığı verilerinden yararlanılarak üretilmiştir. Çalışma sahasının jeoloji, litoloji ve faylara ait verileri MTA tarafından üretilen verilerden yararlanılmıştır. Bozkurt ilçesi'nin Meteoroloji Genel müdürlüğünden (2022 yılı) ait ortalama yağış verileri temin edilmiştir. Elde edilen veriler ArcMAP 10.4.1. programında işlenmiştir. Çalışma alanına ait 2022 yılının Landsat 8-9 OLI/TIRS C2 L1 uydu görüntüsünden bitki örtüsünü değerlendirmek için Normalize Fark Bitki İndeksi (NDVI) haritası oluşturulmuştur. Uygulanan formül;

$$NDVI = \frac{Band\ 4 - Band\ 3}{Band\ 4 + Band\ 3}$$

Topografik nemlilik indeksi (TWI) bir sahanın su tutma kapasitesinin belirlenmesinde kullanılan bir parametredir. Heyelana yönelik çalışmalarda önemli bir kriter olarak kullanılmaktadır (Nefeslioğlu, Gökçeoğlu ve Sönmez, 2008; Öztürk ve Kılıç, 2013; Yılmaz, 2023). Uygulanan formül;

$$TWI = \ln\left(\frac{As}{\tan\beta}\right)$$

Burada, *As* çalışma sahasının eğim alanını, *tanβ* ise noktadaki eğim açısını temsil eder. TWI parametresinin üretiminde ArcMap 10.4.1. programında Raster Calculator eklentisi kullanılarak hesaplanmıştır. Hazırlanan çalışmada heyelan duyarlılık haritasının oluşturulmasında çoklu doğrusal regresyon modelinden yararlanılmıştır. Bu yöntemde bağımlı değişkenin sürekli olmadığı durumları analiz etmek için kullanılmaktadır. Bağımlı değişken sürekli değildir (Şenel, Cengiz, Savaş ve Terzi, 2009). Problemin tanımı olarak ilk önce MTA'ya ait heyelan alanları Google Earth üzerinden çizilmiş ve ArcMap 10.4.1. sayısallaştırılmıştır. Heyelan alanları bağımlı değişken olarak ele alınmıştır. Çoklu doğrusal regresyon yönteminde problemin tanımından sonra ikinci aşama; hedefleri ve nitelikleri içeren değerlendirme ölçütleri safhasıdır (Keeney ve Raiffa 1976; Makropoulos ve

Butler, 2006). Bu aşamada coğrafi faktörler önemli olduğu için bağımsız değişken parametreleri olarak yükselti, eğim, bakı, yağış, jeoloji ve litoloji, topografik nemlilik indeksi (TWI), toprak tipleri, araziden yararlanma, faya uzaklık, akarsuya uzaklık, yola uzaklık, normalize fark bitki örtü indeksi ölçüt olarak kullanılmıştır. Bu ölçütlerin analizi için ArcMap 10.4.1. programı kullanılmıştır. Heyelan duyarlılık analizi için aşağıdaki formül kullanılır;

$$y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \dots + \beta_nx_n + \varepsilon$$

y = Bağımlı değişken

X_i = Bağımsız değişken

β_i = Parametreler

ε = Hata terimi

Formülde bağımlı değişken ve bağımsız değişken arasındaki ilişki incelenir. Bağımsız değişkenlerin regresyon katsayıları “p” değerlerine göre, eşitliğe alınıp alınmamasına karar verilir. “p” değeri 0.05’ten büyükse eşitliğe alınmaz. Ancak gerekli olduğu düşünülen bir parametrede yani değişkende “p” değerleri >0.05 olsa bile alınır ve analiz edilebilir (Kılıç, 2013). Bu formül uygulandıktan sonra regresyon tahminleri elde edilir ve model oluşturulmaktadır. Daha sonra ArcMap 10.4.1. programında modelden çıkan formül sonucunda hesaplaması yapılarak heyelan duyarlılık haritası elde edilir.

Hazırlanan çalışmada heyelan duyarlılık analizinin sonucunu test etmek amacıyla literatürde yaygın olarak kullanılan İşlem Karakteristik Eğrisi (ROC) altında kalan alan (AUC) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem çalışma sahasında uygulamak amacıyla heyelan envanter haritası kullanılmıştır. ArcMap 10.4.1. programında çalışma sahasındaki heyelan gerçekleşen alanlara ve bunların dışında kalan yerlere rastgele 400 nokta atılmıştır. Noktalara karşılık gelen yerler ise ROC analizi kullanılarak ROC eğrisi oluşturulmuştur (URL, 1). ROC analiziyle yanlış pozitif ve doğru pozitif oranı hesaplanarak ROC eğrisi oluşturulmaktadır. Yatak eksen yanlış pozitif oranı (1-özgüllük) ve düşey eksen doğru pozitif oranını (duyarlılık) temsil ederek her eşik için bir nokta işaretlenir ve ROC eğrisi elde edilir (Mas, Soares Filho, Pontius, Fargan ve Rodrigues, 2013; Üzel Günini ve Öztürk, 2021). Doğruluk değerlendirmesinde ROC eğrisi altında kalan alan (AUC: Area Under the Curve) yaklaşımı kullanılmıştır. ROC eğrisinde (0,0) ve (1,1) noktalarını

birleştiren çizgi referans çizgisidir. Bu çizgiler altında kalan alanın değeri 0,5'tir. Eğri altında kalan alan olarak tanımlanan AUC değeri ise performans analizinin sonucunu temsil eder (Berber ve Şener; 2023). AUC değerinin 1'e yakınsa modelin doğrulunun yüksek, 0,5'e yakın olması ise modelin doğruluğunun yetersiz olduğunu göstermektedir (Fawcett, 2006).

3. Bulgular

Araştırmada Bozkurt ilçesinin heyelan alanları ve bu alanlarda etkili olan faktörler ele alınmıştır. Çalışmanın amacı ve belirlenen alt amaçlara göre bulgularda yer verilmiştir. Bozkurt ilçesinin heyelan oluşumu üzerinde etkili olduğu düşünülen on üç tane bağımsız faktör belirlenmiştir. Bu faktörler yükselti, eğim, bakı, yağış, jeoloji ve litoloji, topografik nemlilik (TWI), toprak tipleri, araziden yararlanma, faya uzaklık, akarsuya uzaklık, yola uzaklık, normalize fark bitki örtü indeksidir.

3.1. Heyelanı Etkileyen Bağımsız Faktörler

3.1.1. Yükselti Özellikleri

İnceleme sahasında heyelanların 600-900 metre arasında ve yer yer 1500 metre civarında görülmektedir. Özellikle 600-900 metre arasında heyelanların fazla görüldüğü alanlarda tarımsal faaliyetler ve yağış miktarının fazla olması etkili bir faktördür (Harita 2A ve 4).

3.1.2 Eğim Özellikleri

Eğim, heyelan duyarlılık analizi yapılırken en önemli bağımsız değişkenler arasında yer almaktadır. Ezine Çayı'nın yarımış olduğu derin vadilerde eğim değerleri yüksektir. Bu alanlarda görülen yamaç bozulmaları heyelan riskini arttırmaktadır. Çalışma sahasının 20°-30° eğimli yerler heyelanın yüksek ve çok yüksek duyarlı olduğu alanlarına karşılık gelmektedir (Harita 2B ve 4).

3.1.3. Bakı Özellikleri

İncelenen sahanın güney ve güneybatıya bakan yamaçlarda tarım alanlarının yer alması heyelan oluşumunu kolaylaştırmaktadır. Ayrıca sahanın kuzeye bakan yamaçlarında nemlilik oranı ve yağış miktarı daha

fazladır. Bu durum heyelanın daha yüksek olduğu alanlara karşılık gelmektedir (Harita 2C ve 4).

3.1.4. Yağış

Yağış heyelan oluşumunu tetikleyen bir faktördür. Çalışma sahasının yıllık ortalama yağış dağılışı haritası incelendiğinde yağış miktarı 379-1778 mm arasında değişmektedir. Heyelan duyarlılık alanları incelendiğinde yağış değerinin yüksek olduğu alanlar kuzeye bakan yamaçlarda görülmektedir. Bu alanlarda yağışın fazla olmasıyla zemin doygun hale gelmektedir böylelikle heyelan oluşumunun etkisini artırmaktadır. Sahanın güneydoğusunda yağışın azalmasına bağlı olarak heyelan olasılığı da düşük olarak görülmektedir (Harita 2D ve 4).

3.1.5. Jeoloji ve Litoloji Özellikleri

Heyelan oluşmasında önemli faktörler arasında jeolojik özellikler yer almaktadır. Çalışma sahasında Mezozoik'ten Senozoik'in sonuna kadar çeşitli jeolojik arazi ve litolojik birimler görülmektedir. Sahanın jeolojisi ve litolojik birimleriyle birlikte heyelan alanları incelendiğinde en fazla duyarlı alanlar Kretase dönemine ait flişlerde ve Jura-Triyas dönemine ait şistlerin yaygın olduğu arazilerde meydana gelmektedir (Harita 2E ve 4).

3.1.6. Topografik Nemlilik İndeksi (TWI)

Topografik nemlilik indeksi, topografyaya göre suyun tutulabileceği alanlarının tespitine yöneliktir. Çalışma sahasının topografik nemliliği incelendiğinde vadi tabanları yüzeysel akışın toplandığı alanlardır. Nemlilik indeks değerlerinin düşük olduğu yerler sahanın sırtlarına, yüksek olduğu yerler ise alüvyal tabanları göstermektedir. Topografik nemlilik indeksi heyelan duyarlılık açısından değerlendirildiğinde nemlilik indeksin yüksek olduğu alanlar heyelan duyarlılığı daha fazla olduğu görülmektedir (Harita 2F ve 4).

3.1.7. Toprak Özellikleri

Çalışma sahasında bulunan toprak tipleri kahverengi orman toprakları, alüvyal topraklar ve kolüvyal topraklardır. Sahada en fazla kahverengi orman toprakları görülmektedir. Kahverengi orman topraklarında kil miktarı daha

fazladır. Kil miktarı fazla olan topraklar su ile doymuş hale geldiğinde geçirimsizliğin artmasına neden olmaktadır. Bu duruma göre saha incelendiğinde kahverengi orman topraklarının olduğu yerlerde heyelan duyarlılığı daha fazladır (Harita 2G ve 4).

3.1.8. Araziden Yararlanma

Çalışma sahasının araziden yararlanma haritasına göre ormanlık alanlar geniş bir yer kaplamaktadır. Sahanın ormanlık alanları tarım arazisine dönüştürüldüğü için yamaç stabilizasyonunun bozulmasına neden olmaktadır. Tarımsal faaliyetlerin yayılım gösterdiği alanlarda heyelan duyarlılığının yüksek olduğu görülmektedir (Harita 2H ve 4).

3.1.9. Faya Uzaklık

Heyelan duyarlılığında kullanılan diğer bir bağımsız faktör faylardır. İnceleme alanında irili ufaklı faylar bulunmaktadır. Fay hatlarının geçtiği alanlarda heyelan duyarlılık oranının daha yüksek olduğu görülmektedir (Harita 2I ve 4).

3.1.10. Akarsuya Uzaklık

Çalışma sahasında özellikle Ezine Çayı'nın geçtiği yerlerin heyelana karşı daha duyarlıdır. Akarsuların derine vadi aşındırmasıyla yamaçlar belirgin olarak görülmektedir. Akarsuların yamaçlardaki topuğu aşındırmasıyla heyelan oluşumuna sebep olmaktadır. Vadi yamaçlarında heyelan duyarlılığı daha fazla olduğunu, akarsudan uzaklaştığı alanlarda ise heyelan duyarlılığın daha az olduğu görülmektedir (Harita 2İ ve 4).

3.1.11. Yola Uzaklık

Çalışma alanına ait yol verisi ve heyelan duyarlılığı incelendiğinde yol güzergâhları üzerinde yamaçlarda heyelanın daha fazla olduğu görülmektedir (Harita 2J ve 4).

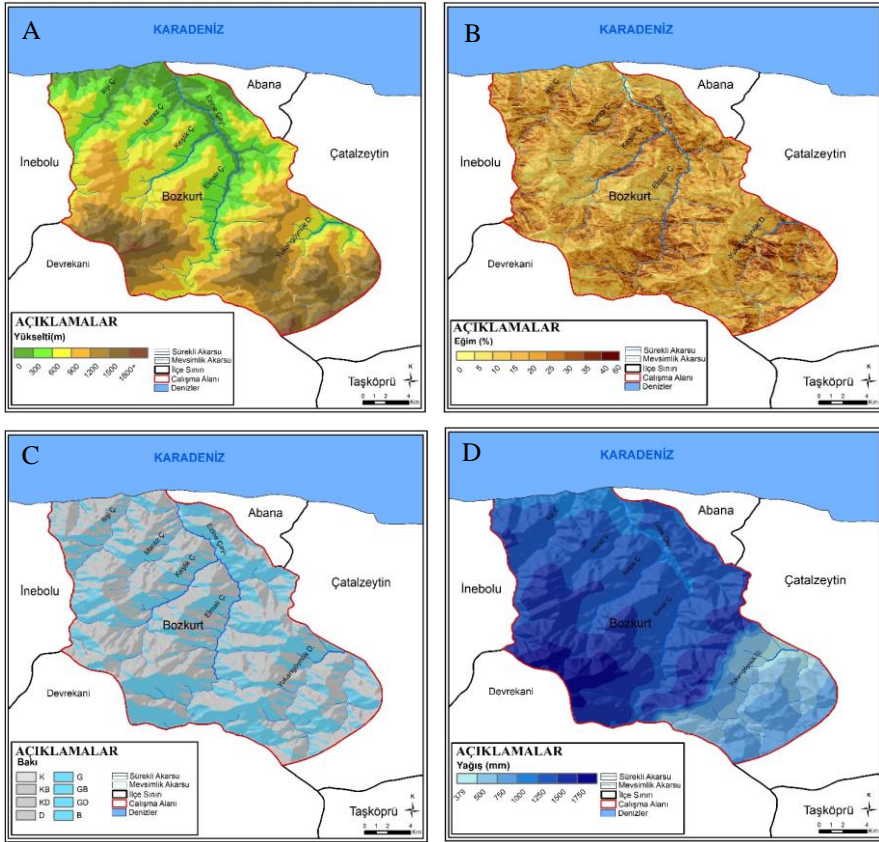
3.1.12. Profil Eğriselliği

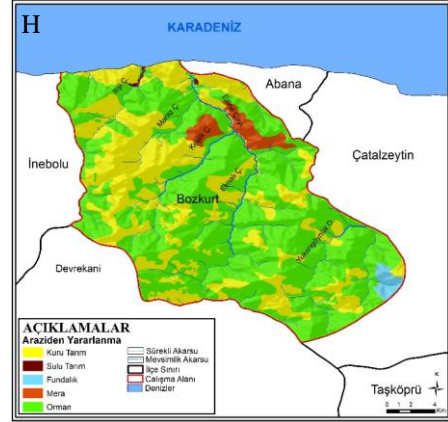
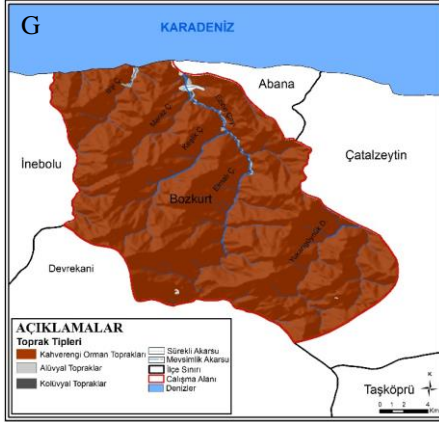
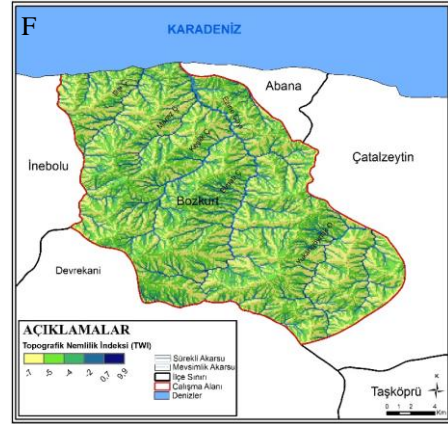
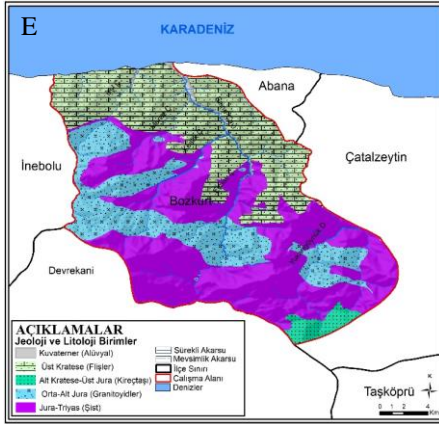
Yamaç eğrisi, içbükey ve dışbükey olarak ayrılmaktadır. Heyelanlar üzerinde etkili bir faktördür. Çalışma sahasının heyelan duyarlılığı ve yamaç

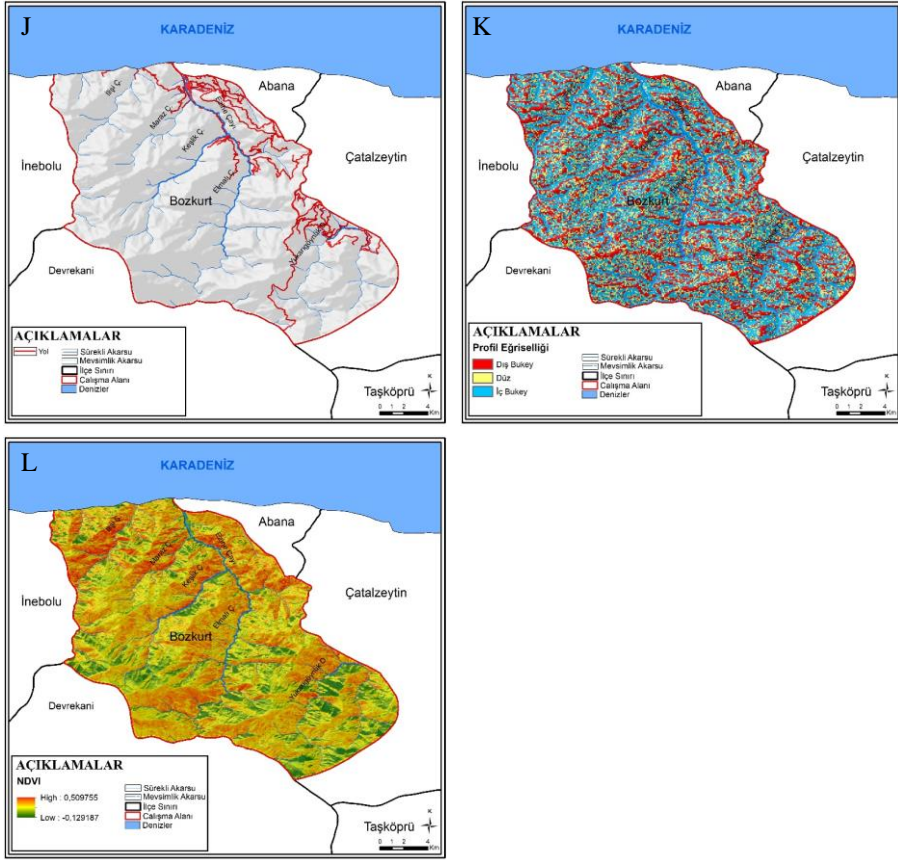
eğrisi incelendiğinde, içbükey alanlar heyelan duyarlılığın daha fazla olduğu görülmektedir (Harita 2K ve 4).

3.1.13. Normalize Fark Bitki Örtü İndeksi (NDVI)

Çalışma sahasının bitki örtüsü indeksi için 2022 yılına ait Landsat 8-9 OLI/TIRS C2 L1 uydu görüntüsünden faydalanılmıştır. Yapılan analiz sonucuna göre NDVI değerlerine göre bitki örtüsünden yoksun alanların heyelan duyarlılığı daha yüksek olduğu görülmektedir. (Harita 2L ve 4).





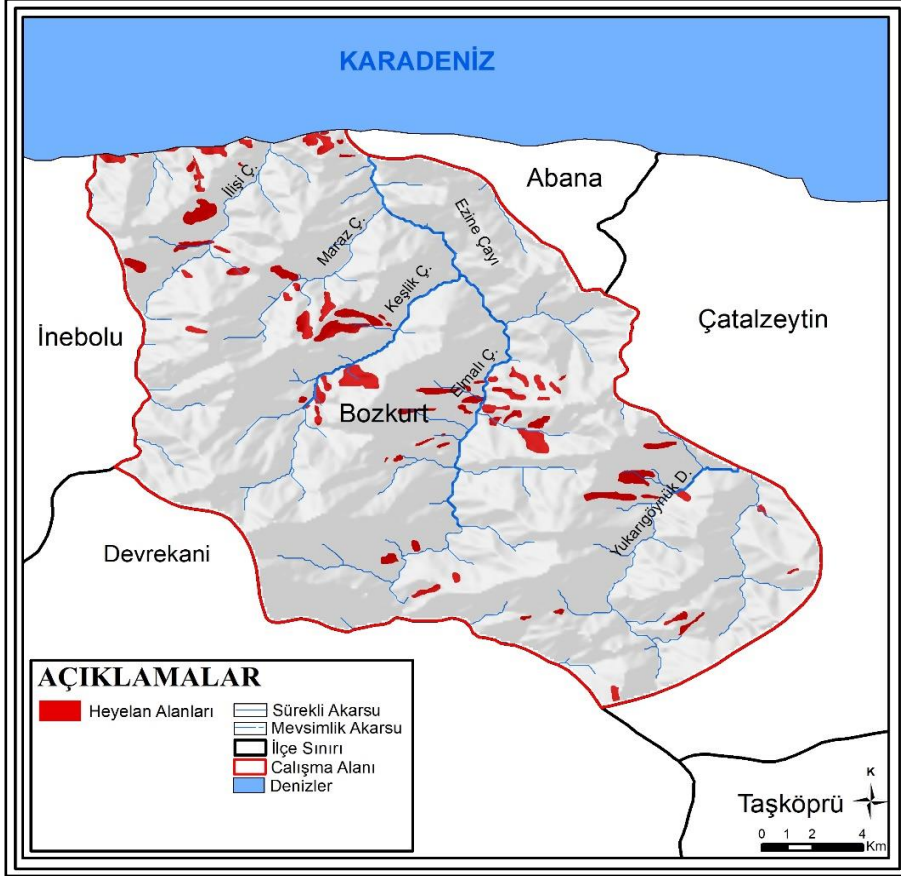


Harita 2:Bozkurt İlçesinin Heyelan Duyarlılığını Etkileyen Bağımsız Faktörler A-Yükselti B-Eğim C-Baki D-Yağış E-Jeoloji F-Topografik Nemlilik İndeksi (TWI) G-Topraklar H-Araziden yararlanma I-Fay Hatları İ-Akarsular J-Yol K-Profil Eğriselliği L-NDVI.

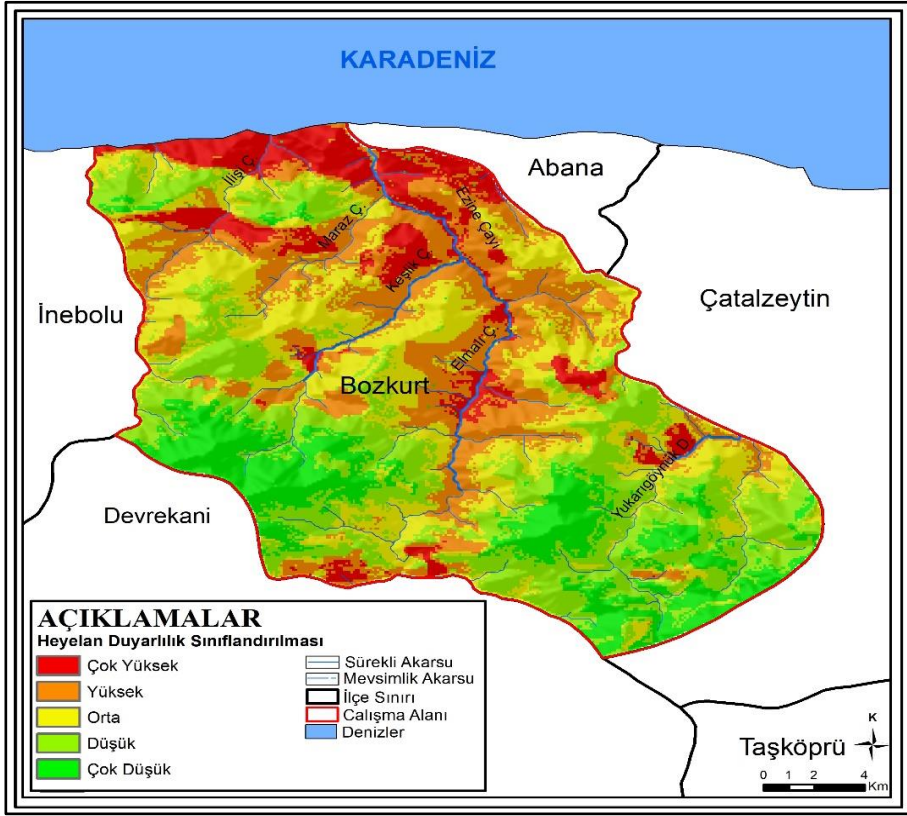
3.2. Heyelan Duyarlılık Analizi

Çalışma sahasına ait heyelan alanları, MTA tarafından hazırlanan heyelan envanter verileri Google Earth'e aktarılmıştır. Heyelan alanları ArcMap 10.4.1. programında sayısallaştırılmıştır (Harita 3). İnceleme alanına ait bağımsız faktörler ile heyelan alanlarının modellenmesi yapılmıştır. Çoklu Doğrusal regresyon yönteminde bağımlı ve bağımsız faktörlerin formülü ArcMap 10.4.1. programında Raster Calculator eklentisi kullanılarak hesaplanmıştır. Bunun sonucunda heyelan duyarlılık haritası elde edilmiştir. 303,4 km² alana sahip sahanın heyelana karşı duyarlılığı çok yüksek 33,9km²

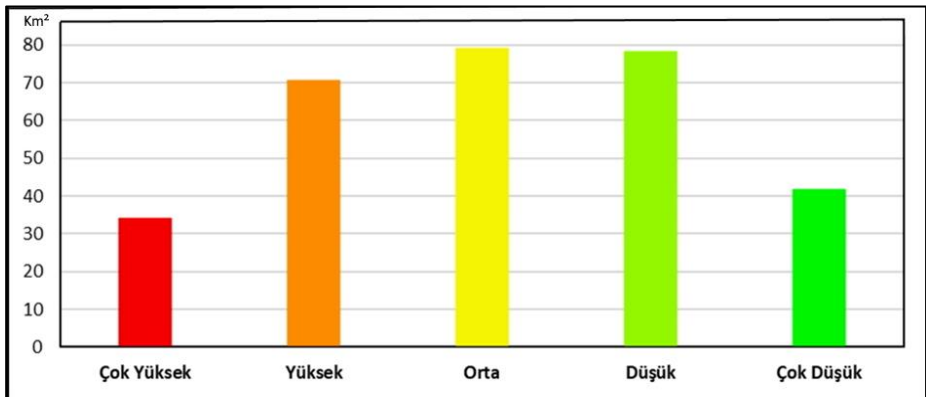
(%11,2), yüksek 70,5 km² (%23,2), orta 79 km² (%26) km², düşük 78,2 km² (%25,7) ve çok düşük 41,5 km² (%13,7) alanlara karşılık geldiği tespit edilmiştir. Heyelan duyarlılığın yüksek olduğu akarsu vadi yamaçları, tepelik alanlar ve platoluk sahalar üzerindedir. Düşük ve çok düşük olduğu alanlar ise eğim değerlerinin daha az olduğu alanlarda görülmektedir (Harita 4, Şekil 1).



Harita 3: Bozkurt İlçesi Heyelan Envanter Alanları.



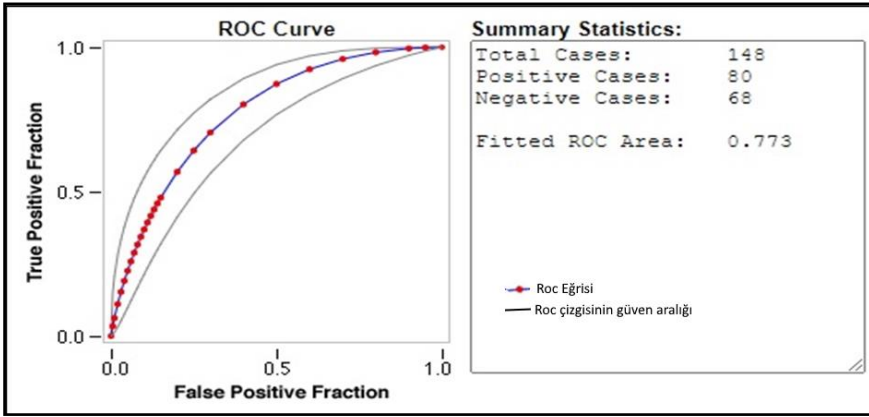
Harita 4: Bozkurt İlçesi Heyelan Duyarlılık Analizi.



Şekil 1: Bozkurt İlçesi Heyelan Alan Hesaplaması.

Heyelan Duyarlılık Analizinin Doğruluk Değerlendirilmesi

Çoklu doğrusal regresyon analizinin sonuçlarını değerlendirmek için ROC ve AUC yönteminden yararlanılmıştır. Çoklu doğrusal regresyon yönteminden elde edilen heyelan duyarlılık haritası, duyarlılık haritası için kullanılan heyelan envanteri ve heyelan dışında kalan yerlere noktalar atılarak değerlendirilme yapılmıştır. ROC eğrisinin 0,77 olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuca göre çoklu doğrusal regresyon yöntemi kullanılarak heyelan duyarlılık haritalarının oluşturulmasında başarılı olduğunu göstermektedir (Şekil 2).



Şekil 2: Heyelan Duyarlılık Haritasının Doğruluk Değerlendirmesi.

4. Sonuç ve Tartışma

Hazırlanan çalışmada Batı Karadeniz bölümü içerisinde yer alan Kastamonu İl'ine bağlı Bozkurt ilçesinin heyelan duyarlılık analizi yapılmıştır. Saha jeolojik, jeomorfolojik ve iklim koşulları açısından heyelanların meydana geldiği bir alandır. Ayrıca beşerî faktörlerde heyelan oluşumunda etkili olmaktadır. Günümüzde heyelan duyarlılıkla ilgili çeşitli analizler yapılmaktadır. Çalışma kapsamında çoklu doğrusal regresyon yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem ArcMap 10.4.1. programına entegre edilerek heyelan duyarlılık haritası elde edilmiştir. Heyelan oluşumunu tetikleyebilecek parametreler dikkate alınmıştır. Bu parametreler; yükselti, eğim, bakı, yağış, jeoloji, topografik nemlilik indeksi (TWI), toprak tipleri, araziden yararlanma, faya uzaklık, akarsuya uzaklık, yola uzaklık, normalize

fark bitki örtü indeksidir (NDVI). Parametrelerinin etkileri çoklu doğrusal regresyon yöntemi sonucuna göre heyelan duyarlılığı yüksek ve en düşük bölgelere göre ilişkisi belirlenmiştir.

Hazırlanan çalışmada arazi gözlemleri ve heyelan oluşumunda etkili olan faktörler arasındaki ilişki incelenmiştir. Yükseltinin artmasıyla birlikte yağış, eğim ve toprak koşulları değişmektedir. Bu durum da dolaylı olarak heyelan alanlarını etkilemektedir (Öz ve Günek, 2021). Heyelanlar içbükey yamaçlarda daha fazla görülmektedir. Bu yamaçlar üzerinde yağış, eğim, geçirimsizliği, gözenekliliği, nem ve organik madde içeriği, bitki örtüsü ve yağışın meydana geldiği birçok faktör tarafından kontrol edilen süzülme kapasitesine de bağlıdır. Hâkim bakıya sahip yamaçlarda malzeme diğer yamaçlara göre çabuk doymuşluğa ulaşır. Bu yüzden bu yamaçlarda boşluk suyunun gelişmesine neden olur (Gökçeoğlu ve Ercanoğlu, 2001). Çalışma sahasında eğim değerinin %20-30 arasında değiştiği ve yağışların artmasıyla yamaç eğrisinin içbükey alanlarında malzemenin doymuş hale gelmesiyle yamaçtaki boşluk suyu basıncındaki artış heyelanların oluşmasına neden olmaktadır (Fotoğraf 1).



Fotoğraf 1: Bayramgazi Mevkiinde Güneye Bakan Yamaçta Gerçekleşen Heyelan.

Heyelanlar genellikle yağışın ve zeminin nemli olduğu mevsimlerde görülmektedir. Şiddetli yağmurlar, sel ve taşkınlar toprağa bol miktarda suyun sızmasına neden olmaktadır (Çelik, 1990). Çalışma sahasında kahverengi orman topraklarının yayılış alanı fazladır. Kahverengi orman topraklarının içerisindeki kil miktarının fazla olması toprağı geçirimsiz bir hale getirir. Yağışın fazla olduğu dönemlerde killi tabaka yüzeylerinde heyelan riski önemli ölçüde artmaktadır. Ayrıca sahada meydana gelen sel ve taşkınlardan sonra akarsuyun yana doğru aşındırma yapması yamaç stabilizasyonunun bozulmasına sebep olmaktadır. Böylelikle bu alanların heyelana karşı daha duyarlı hale geldiği görülmektedir (Fotoğraf 2).



Fotoğraf 2: Ezine Çayı Kenarında Yamaç Bozulması Sonucunda Gerçekleşmiş Heyelan.

Çalışma sahasında yola yakın yamaçlarda heyelanlar yüksek oranda görülmektedir. Yollar inşa edilirken oluşturulan yarma şevleri ile şev açısı çoğu zaman artırılmakta ve böylece yamaç topuğunda yük azalmasına neden olmaktadır. Yamaç önündeki bu kayıp ve eğim faktörünün de etkili olması heyelanı tetiklemektedir (Demir, 2017). Çalışma sahasında araziden yararlanma ve heyelanlar arasındaki ilişki incelendiğinde özellikle eğimli yamaçlarda tarım arazisi için açılan alanlarda heyelanların meydana geldiği görülmüştür. Bu alanlarda tarımsal faaliyetin yapılmaması gerekmektedir (Fotoğraf 3). Akarsuların vadilerden geçtikleri şevleri zamanla aşındırması heyelan oluşumunu etkileyen bir faktör olarak ele alınmaktadır (Yılmaz, 2023). Çalışma sahasında akarsuların geçtiği yerlerde akarsuyun yana aşındırması sonucunda yamaç dengesinin bozulmasına ve heyelan oluşmasına neden olmuştur (Fotoğraf 4).



Fotoğraf 3: Çalışma Sahasında Tarım Arazilerinde Meydana Gelen Heyelanlar.



Fotoğraf 4: Eğimli Bir Yamacın Bozulmasıyla Gerçekleşen Heyelan.

Araştırma sahasında heyelanların özellikle üst kratese yaşlı fliş ve juratriyas yaşlı şist alanlarında daha fazla meydana geldiği görülmektedir. Çalışma sahasının kıyı kesimlerinde özellikle flişler yaygın olarak bulunmaktadır. Kıyı kesimlerinde flişler genellikle Karadeniz kıyılarına doğru eğimlidir. Dolayısıyla yer yer heyelanlara neden olmaktadır (Atalay ve Mortan, 2017) (Fotoğraf 5).



Fotoğraf 5: Bozkurt İlçesinin Yol Kenarında Flişli Alanlarda Meydana Gelen Heyelan.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde heyelan duyarlılık analizi için farklı yöntemler kullanılarak sonuç haritası elde edilmiştir. Yalçın, (2007); AHP yöntemi sonucunda %84, Akıncı, Doğan, Kılıçoğlu ve Keçeci, (2010); frekans oranı yöntemi sonucunda %72,9, Öz ve Günek, (2021); frekans oranı yöntemi sonucunda ROC eğrisinin 0,73, Üzel Günini ve Öztürk, (2021); frekans oranı yöntemi sonucunda ROC eğrisi 0,70, Yılmaz, (2023); frekans oranı yöntemi sonucunda ROC eğrisi %94,1, Akgün, Pradhan ve Kıncal,

(2011); logistik regresyon yöntemi sonucunda ROC eğrisi 0,81 elde etmiştir. Hazırlanan çalışmada Bozkurt ilçesi'nin heyelan duyarlılık analizinde kullanılan çoklu doğrusal regresyon yönteminin doğruluk değerlendirilmesi ROC eğrisi ve AUC değerlendirilmesine göre yapılmıştır. Değerlendirme sonucu AUC 0,77 olarak hesaplanmıştır. Literatürdeki çalışmalar gibi 0,7 değerinin üzerinde kalmıştır. Elde edilen sonuçlar çoklu doğrusal regresyon yönteminin heyelan duyarlılık analizinde kullanılabilir ve kabul edilebilir olduğunu göstermektedir.

5. Öneriler

Heyelan duyarlılık analizi için CBS temelli birçok yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemler ilerleyen zamanlarda heyelan olası alanların haritalanmasında bir altlık oluşturmaktadır. Hazırlanan çalışmada Bozkurt ilçesinde heyelan duyarlılık haritasının elde edilmesi ilerleyen zamanlarda heyelan olasılığı için planlamalarda yetkililerin alacağı kararlarda fikir verebilir. Arazi gözlemleri ve heyelan duyarlılık sonuç haritasına göre; Ezine Çayı'nın kenarlarına kurulan yerleşmelerin taşkın ve heyelana karşı daha duyarlı olmasına rağmen yerleşim alanları kurulmaya devam etmektedir. Heyelan riskinin fazla olduğu alanlarda imar izni verilmemelidir. Yamaçların yakınına yapılan yollarda heyelan olasılığı fazladır. Bu gibi durumlardan kaçınılması gerekmektedir. Ormanlık alanların tahrip edildiği yerlerin tarım alanı olarak kullanılması heyelan riskini artırmaktadır. Heyelan riskinin fazla olduğu bu yerlerde ormanlık alanlar artırılmalıdır. Bu yüzden ormanlık alanların korunması ve iyileştirilmesi önemlidir.

LANDSLIDE SUSCEPTIBILITY ANALYSIS OF BOZKURT DISTRICT (KASTAMONU)

Abstract

Natural disasters are widely observed in Turkey due to its special location. One of the things that we encounter Decently among natural disasters is landslides. The factors that triggered the landslide are collected under two headings as natural and human. Natural factors include; high precipitation values, clay soil structure, water saturation of the soil, Declivity of the slope, hydrographic and lithological properties. In human factors, elements such as road and canal construction cause the slope balance to deteriorate. With the technology developing in recent years, various methods are used to determine the landslide susceptibility of a place. Knowing the areas at risk of landslides with these methods, minimizing the possible damage that landslides may cause to the environment is seen as a basic goal. The prepared study covers the Western Black Sea Region, Kastamonu district. The study area is important in terms of the occurrence of landslide events in the past and the risk of landslides in the present. Within the scope of the study, multiple linear regression method was applied in the creation of landslide susceptibility maps. In the method, landslide-dependent and independent factors are integrated according to the formula of the multiple linear regression model. According to the formula result, calculation was made in ArcMap program and landslide susceptibility map was obtained. For the purpose of the study, the parameters that may affect the landslide were evaluated according to the results of land observations. The lithological units of the regions with high landslide susceptibility in the study area correspond to the areas where fliche and schist spread and the areas where slope stabilization is disturbed after the flood in the Ezine Stream. According to the landslide susceptibility map of the study area, it is important to take the necessary measures in areas with high landslide susceptibility.

Keywords: Landslide Susceptibility, Multiple Linear Regression, Bozkurt District.

KAYNAKÇA

- Aghlmand M., Onur M. İ. ve Talaei R. (2020). Heyelan duyarlılık haritalarının üretilmesinde analitik hiyerarşi yönteminin ve coğrafi bilgi sistemlerinin kullanımı. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi Özel Sayı*, S. 224-230.
- Akgün A., Pradhan B. ve Kincal C. (2011). Application of remote sensing data and gis for landslide risk assessment as an environmental threat to İzmir City (West Turkey). *Environmental Monitoring ve Assessment* 184(9):5453-70.
- Akıncı H., Doğan S., Kılıçoğlu C. ve Keçeci S B. (2010). Samsun İl Merkezinin heyelan duyarlılık haritasının üretilmesi. *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi Cilt:2, No:3 ss (13-27)*.
- Altural T. (2012). *Coğrafi bilgi sistemleri Akşehir (Konya) çevresinin heyelan duyarlılık incelenmesi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi Fen Bilimi Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı. Konya.
- Atalay İ. ve Mortan K. (2017). *Türkiye bölgesel coğrafyası*. İnkılap Kitabevi Yayın Sanayi ve Ticaret A.Ş. 7. Baskı.
- Aydınoglu Ç. A. ve Altürk G. (2021). Heyelan duyarlılık haritalarının istatistik ve makine öğrenmesi teknikleri kullanılarak üretilmesi: Taşlıdere Havzası örneği (Rize). *Coğrafya Dergisi (43)*.
- Berber S. ve Şener C. (2023). Güzelyalı-Lapseki (Çanakkale) arasındaki bölgenin heyelan duyarlılığının analitik hiyerarşi süreci yöntemiyle (ahp) değerlendirilmesi. *BAUN Fen Bil. Enst. Dergisi, 25(1), 305-316, (2023)*.
- Bilgen G., Balcı E. ve Kalça M.Y. (2022). Kastamonu Bozkurt İlçesinde 11.08.2021 tarihinde meydana gelen sel felaketinin yerinde incelenmesi. *Tasarım, Mimarlık ve Mühendislik Dergisi FBU-DAE 2 (1): 20-35*.
- Crozier, M. J. (1986). *Landslides: Causes, Consequences and Environment*. Croom Helm, London, S. 245.

- Çelik H. E. (1990). Heyelanların kontrolunda ve önlenmesinde ormanların ve orman mühendisinin rolü. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Cilt 40, Sayı 1, ss 83*.
- Çellek S., Bulut F. ve Ersoy H. (2015). AHP yönteminin heyelan duyarlılık haritalarının üretilmesinde kullanımı ve uygulaması (Sinop ve Yakın Çevresi). *Jeoloji Mühendislik Dergisi 39(2)*.
- Dai F., Lee C.F. ve Ngai Y.Y. (2002). Landslide risk assessment and management: an overview. *Engineering Geology 64,1, 65 – 87*.
- Demir, G. (2011). *Kuzey Anadolu fayı üzerinde Niksar Şuşehri arasındaki alanın cbs tabanlı heyelan duyarlılık analizi*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı. Trabzon.
- Demir, G. (2017). Coğrafi bilgi sistemleri ile Şuşehri (Sivas) heyelan duyarlılık analizi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, 55139, Samsun GÜFBED/GUSTIJ (2018) 8 (1): 96-112*.
- Derin L. ve Ercanoğlu M. (2018). Heyelan duyarlılığı, tehlikesi ve riski ile ilgili çalışmalarda Türkiye ve Avrupa birliği ülkelerinin karşılaştırılması. *Afet ve Risk Dergisi 1(1), (26-38)*.
- Durgun M. (2019). *Denizli İli için heyelan duyarlılık haritalarının oluşturulması*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı. Denizli
- Einstein H. H. (1988). Landslide risk assessment procedure. *in proceedings of the fifth international symposium on landslides, lausanne, switzerland vol., 2. Pp. 1075-1090*.
- Erener A. ve Lacasse, S. (2007). Heyelan duyarlılık haritalamasında cbs kullanımı. *TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 30 Ekim–02 Kasım, KTÜ, Trabzon*.
- Fawcett T. (2006). An introduction to ROC analysis. *Pattern Recognition Letters, 27, 861-874*.
- Gökçe, O., Özden, Ş. ve Demir, A. (2008). Türkiye'de afetlerin mekansal ve istatistiksel dağılımı afet bilgileri envanteri. *Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü*.

- Gökçeoğlu C. ve Ercanoğlu M. (2001). Heyelan duyarlılık haritalarının hazırlanmasında kullanılan parametrelere ilişkin belirsizlikler. *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni*, (23), 189-206.
- Huang, Y. ve Zhao, L. (2018). Review on landslide susceptibility mapping using support vector machines. *Catena*, 165, 520-529.
- Keeney, R. ve Raiffa, H. (1976). *Decisions with multiple consequences: preferences and value trade-offs* John Wiley ve Sons. New York.
- Kılıç, S. (2013). Doğrusal regresyon analizi. *Journal of Mood Disorders* 2013;3(2):90-2.
- Makropoulos C.K. ve Butler D. (2006). Spatial ordered weighted averaging: incorporating spatially variable attitude towards risk in spatial multi-criteria decision-making. *Environmental Modelling and Software* 69-84
- Mas, J.F., Soares Filho, B., Pontius, R.G., Farfán Gutiérrez, M. ve Rodrigues, H. (2013). A suite of tools for ROC analysis of spatial models. *ISPRS International Journal of Geoinformation*, 2(3), 869-887.
- Menteşe İ.K. ve Eroğlu N. (2022). Kastamonu Bozkurt Ezine Çayı havza parametrelerinin arcmap-hydrology ile belirlenmesi ve taşkın debilerinin hesaplanması. 14. *Uluslararası Bilimsel Araştırma Kongresi, Fen ve Mühendislik Bilimleri s(15)*.
- Nefeslioğlu H.A., Gökçeoplu C. ve Sönmez H. (2008). An assessment on the use of logistic regression and artificial neural networks with different sampling strategies for the preparation of landslide susceptibility maps. *Engineering Geology*, 97, 171-191.
- Öz, T. ve Günek, H. (2021). Solaklı Havzası'nın (Trabzon) Heyelan duyarlılığı ve yerleşim yeri risk analizi. *International Journal of Geography and Geography Education (IGGE)*, 44, 396-412.
- Öztürk, K. (2002). Heyelanlar ve Türkiye'ye etkileri. *G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi Cilt 22, Sayı 2. 35-50*.
- Öztürk D. ve Kılıç F. (2013). Drenaj ağının çıkarımı ve topografik nemlilik indeksinin belirlenmesinde d8 ve d-inf algoritmalarının karşılaştırmalı analizi. *TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*.

- Özşahin, E. (2014). Tekirdağ İlinde coğrafi bilgi sistemleri ve analitik hiyerarşi süreci kullanarak heyelan duyarlılık analizi. *HUMANITAS-Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(3), 167-186.
- Pourghasemi, R.H. ve Rahmati, O. (2018). *Prediction of the landslide susceptibility: which algorithm, which precision?* Catena, Volume 162, March 2018, Pages 177-192.
- Şenel T., Cengiz M A., Savaş N. ve Terzi Y. (2009). Çoklu doğrusal regresyonda model seçiminde genelleştirilmiş toplamsal modellerin kullanımı. *EÜFBED- Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Cilt-Sayı: 2-2*.
- Üzel Günini N. ve Öztürk D. (2021). Van İli heyelan duyarlılığının frekans oranı yöntemiyle analizi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, Cilt 26, Sayı 3*.
- Varnes, D. J. (1984). *Landslide hazard zonation. a review of principles and practice blished by the united nations educational, France 1984. (No 3)*.
- Yalçın, A. (2007). Heyelan duyarlılık haritalarının üretilmesinde analitik hiyerarşi yönteminin ve cbs'nin kullanımı. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 22(3), 1-14.
- Yılmaz O. S. (2023). Frekans oranı yöntemiyle coğrafi bilgi sistemi ortamında heyelan duyarlılık haritasının üretilmesi: Manisa, Demirci, Tekeler Köyü örneği. *Geomatik Dergisi –8(1), ss.42-54*.

İnternet Kaynakları

- (Url, 1) <http://www.rad.jhmi.edu/jeng/javarad/roc/JROCFITi.html>. (Erişim Tarihi: 25.01.2023).

7. BÖLÜM

YENİÇAĞA GÖLÜNÜN (BOLU) SEVİYE DEĞİŞİMİNİN UYDU GÖRÜNTÜLERİYLE TESPİT EDİLMESİ

Doktorant Selime MUT¹⁵
Dr. Neslihan ERDÖNMEZ¹⁶

Amaçlar

- Yeniçağa Gölü'nün 1984 – 1990 – 1996 – 2002 – 2008 – 2014 - 2020 yıllarındaki su seviyesi-değişikliğini ortaya koymak
- Yeniçağa Gölü'nde su çıkarım indekslerini kullanarak seviye değişimini tespit etmek
- Su çıkarım indekslerinin sonuçlarını karşılaştırılarak doğruluğunu belirlemek

¹⁵ Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Karabük, Türkiye. selimemut.78@gmail.com, ORCID: 0009-0001-9028-7134.

¹⁶ Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Karabük, Türkiye. neslihanerdonmez@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1933-8004.

GİRİŞ

Yeryüzünde bulunan tüm canlıların temel yaşam kaynağını su oluşturmaktadır. Okyanuslar, göller, akarsular, yeraltı suları gibi su kaynakları iklim dengesi, hidrolojik döngü ve ekosistem dengesi için önemlidir (Talbure ve Broich, 2013). Birçok form arasından yeryüzündeki su çevreyi derinden etkiler ve dünya enerjisinin dolaşımından ve değişiminden sorumludur (Acharya, Subedi, ve Lee, 2018).

Yüzey suyu değişimlerinin zamansal olarak haritalanması çevresel kaynakların izlenmesi açısından önemlidir. Bu yüzden son yıllarda çeşitli analizler geliştirilmiştir. Bu nedenle, yüzey suyu dinamiklerinin haritalanması ve bu haritaların değerlendirilmesi, su kaynaklarının sürekli olarak izlenebilmesi için gereklidir (Jawak, Kulkarni, and Luis, 2015; Huang, Chen, Zhang, Wu, 2018; akt. Khalid, Khalil, ve Qureshi, 2021). Arazi yüzey suyunun mekânsal dağılımı hakkındaki bilgilerin doğruluğu, su kaynaklarının, havza değişikliklerinin, arazi yüzeyinin değerlendirilmesi için önem arz etmektedir. Literatürde kıyı ve yüzey suyu alan değişimleri hakkında birçok çalışma mevcuttur. Altınova Sahilinde kıyı çizgisi değişimini belirlemede uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri (Tağıl ve Cürebal, 2005), Burdur Gölü'nde seviye değişimleri (Ataol, 2010), Gölbaşı (Balık) Gölü'nde (Hatay) meydana gelen değişimin coğrafi analizi (Özşahin, 2011), Akşehir Gölü'nde alansal değişimlerin uzaktan algılama teknikleri ile belirlenmesi (Bahadır, 2013), Tortum Gölü'nün (Uzundere-Erzurum) güneybatısında aktüel sedimentasyon ve siltasyona bağlı alan-kıyı çizgisi değişimleri (Kopar ve Sevindi, 2013), Sakarya Nehri deltasında kıyı alan kullanımını değişiminin coğrafi analizi (Kurt ve Duman, 2015), Landsat 8'in Adana Seyhan Baraj Gölü kıyı çizgisinin aylık değişiminin belirlenmesinde kullanılması (Çiçekli ve Özkan, 2016), Eber ve Akşehir göllerinde 1990-2016 yılları arasında gerçekleşen alansal değişimler (Köle, Ataol ve Erkal, 2016), Göl seviye tahmini: Eğirdir gölü (Keskin, Aksoy, Aksoy ve Yılmazkoç, 2017), Gökusu Deltası kıyı çizgisi değişiminin DSAS aracı ile belirlenmesi (Kılar ve Çiçek, 2018), Marmara Gölü (Manisa) alansal değişiminin UA ve CBS ile analizi (Bayrak, 2018), Çoruh Deltası (Gürcistan/Batum) kıyı çizgisi değişimi (1984–2019) (Çoban, Şevval ve Kale, 2020), Akşehir Gölü zamansal değişiminin bant oranlama yöntemleri ile

belirlenmesi (Mutlu, Kazancı, Özçetin ve Sarıyılmaz, 2020), Burdur Gölü kıyı şeridindeki değişiminin uzaktan algılama ile haritalanması (Sabuncu, 2020), Landsat uydu görüntüleri kullanılarak Mogan Gölü'nün su yüzeyi ve arazi örtü değişiminin belirlenmesi (Özçalık, Torun ve Bilgilioğlu, 2020), Uzaktan algılama ve CBS teknikleri kullanılarak Seyfe Gölü (Kırşehir) yüzey alanının zamansal değişiminin analizi (Yurteri ve Kurttaş, 2021) gibi araştırmalar sayılabilir. Bu çalışmada Yeniçağa Gölü'nün yıllara göre su seviyesinin değişimi incelenmiştir.

Çalışmanın amacı, Bolu iline bağlı Yeniçağa ilçesinde bulunan Yeniçağa Gölünün yüzey alanının, 1984 - 2020 yılları arasında, altışar yıllık dönemlerde değişimini incelemek ve farklı analiz yöntemleriyle gölün zamansal değişimini tespit etmektir. Bunun için öncelikle Yeniçağa Gölünün su seviyesinin belirlenmesinde, Landsat 5 ve Lansat 8 uydu görüntülerinden yararlanılmıştır. Gölün 1984 - 1990 - 1996 - 2003 - 2008 - 2014 ve 2020 yıllarındaki yüzey alanları bazı indekslere göre (Normalleştirilmiş Fark Su İndeksi (NDWI) (Xu, 2006), Modifiye Edilmiş NDWI (MNDWI) Su İndeksi Teknikleri (Acharya vd., 2018), Otomatik Su Çıkarım İndeksi (AWEI_nsh) (Feyisa, Meilby, Fensholt, ve Proud, 2014), Su Oran İndeksi (WRI) (Sisay, 2016) incelenmiştir. Çalışma alanının çevresinde sazlık ve bataklıkların olmasından dolayı Normalleştirilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI)'de kullanılmıştır (Pettorelli, Mysterud, Gaillard, Tucker ve Stenseth, 2005). Bu indeksler kullanılarak su yüzey değişiminin farklı indekslerle analiz edilmesi amaçlanmıştır.

1. Çalışma Alanının Coğrafi Özellikleri

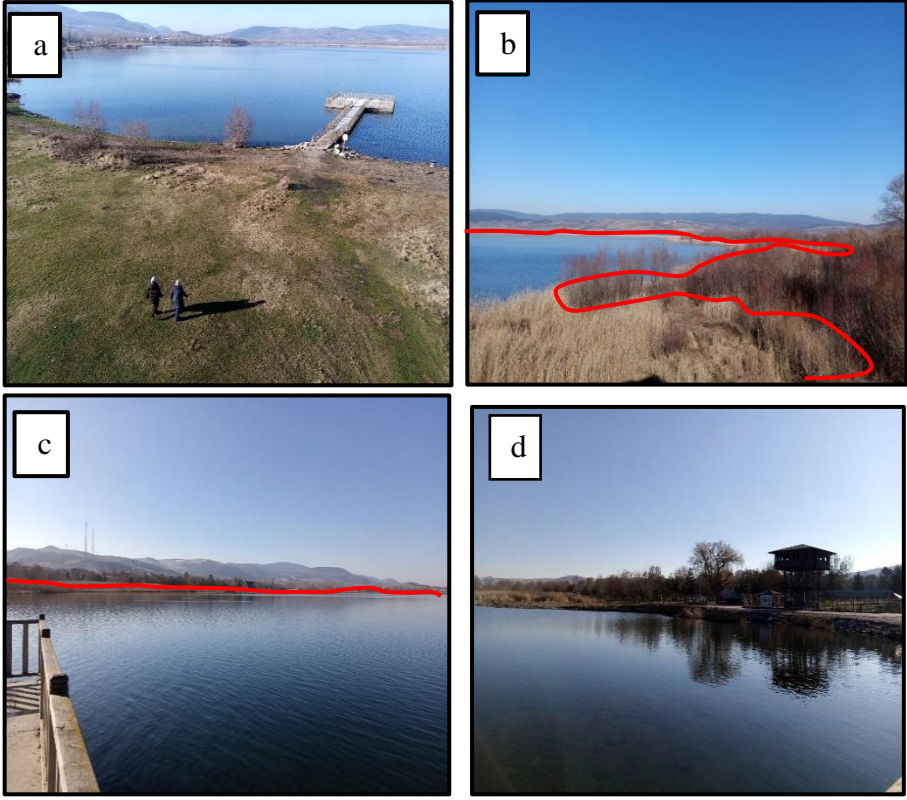
Yeniçağa Gölü, Batı Karadeniz bölümündeki Bolu iline bağlı Yeniçağa ilçesinin kuzeyinde yer almaktadır (Harita 1). Kuzey Anadolu Fay Zonu içinde bir tektonik göl olan Yeniçağa Gölü, 263,65 hektarlık yüzey alanına sahiptir. Denizden yüksekliği 976 m olan gölün, ortalama derinliği 5 metredir. Bu haliyle sığ bir göldür (Abdulganioğlu, 2021:25).

26.10.2022 yılına ait Google Earth uydu görüntüsüne bakıldığında kırmızı çizgi ile belirtilen göl çevresinin sazlıklardan oluştuğu ve gölün batısında sazlıklarla beraber yer yer su birikintisi ve bataklıkların olduğu görülmektedir (Fotoğraf 1).



Fotoğraf 1: Yeniçağa Gölü'nün 26.10.2022 Yılına ait Google Earth'ten Bir Görünümü (Erişim Tarihi: 17/01/2023).

Yeniçağa Gölü çevresi yaban kuşlarının da bulunduğu bir ekosistemi barındırır. Göl çevresinde *turna*, *arı şahini*, *angut*, *balık kartalı*, *flamingo*, *ördek*, *kaz*, *şah kartalı*, *ak kuyruklu kartal* ve *bıldırcın kılavuzu* gibi kuşların bulunduğu belirtilmektedir (URL 3). Yılın belirli zamanlarında balık avlandığı bilinmektedir. Ayrıca göl çevresinde dinlenme ve sportif faaliyetler için rekreasyon alanlarının varlığı da tespit edilmiştir (Fotoğraf 2-a). Yeniçağa Gölü'nün çevresi sazlık ve çalılıklarla kaplıdır (Fotoğraf 2-b-c-d). Bu nedenle göldeki seviye değişikliğini net bir şekilde tespit etmekte zorluk yaşanmıştır. Göçmen kuşların konaklama yeri olan Yeniçağa Gölü'nde kuşları izlemek için Kuş Gözlem Evi kurulmuştur (Fotoğraf 2-d).



Fotoğraf 2: Yeniçağa Gölü'nden Görünümler a- Rekreasyon Alanı; b ve c- Sazlıklar; d- Kuş Gözlem Evi.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışma sahası ve konusuna ilişkin literatür taraması yapılmıştır. Araştırma sahasının 1/25000 ölçekli Bolu Yeniçağa ilçesine ait G27b3, G28a4, G27c2, G28d1 pafta numaralı topoğrafya haritaları, Harita Genel Komutanlığı (HGK)'ndan elde edilmiştir. 1984-1990-1996-2002-2008-2014-2020 yıllarına ait göl seviyelerini belirlemek için Google Earth ve USGS Earth Explorer'den yararlanılmıştır. Çalışma sahasının haritalarını oluşturmak için 1/25000 ölçekli topografya haritalarına ulaşılmış ve ilgili haritaların çiziminde ArcGIS 10.8.1 programından yararlanılmıştır.

Göl seviye değişimlerini tespit etmek için bazı formüller kullanılmıştır (Tablo 2). NDWI, MNDWI, WRI, AWEI_nsh indeksleri, uydu

görüntülerinden su kütlelerini çıkarabilen analizler oldukları için tercih edilmiştir. Landsat görüntülerinden alınan yıllık su indeksleri, raster calculator ile hesaplanarak analizde kullanılmıştır. Çıkan sonuçtaki pozitif değerler “su kütleleri”, negatif değerler ise “kara yüzeyleri” olarak belirlenmiştir. NDVI (Normalleştirilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi) indeksinin kullanılmasının sebebi ise, analiz ölçümünde bitki örtüsünü de hesaba katarak su kütlesini tespit etme imkânı sunmasıdır. NDVI indeksi suyun negatif değerini gösterebileceği gibi, ölü bitki ya da nesneyi de ifade edebilmektedir. Çalışma negatif değere olumlu bakılarak yapılmıştır. Kullanılan uydu görüntülerinde bulutluluk oranının % 9'un altında olduğu için temmuz ve ağustos ayları tercih edilmiştir. Ancak 2014 yılı uydu görüntülerinde yaz aylarındaki bulutluluk nedeniyle Mayıs ayı görüntüleri kullanılmıştır. Dikkate alınan veri türü ve uydudan türetilen su indeksleri ve bitki indeksi özellikleri Tablo 1 ve 2'te gösterilmektedir.

Tablo 1: Analiz İçin Kullanılan Landsat TM ve OLI Verilerinin Özellikleri (URL 1-2).

| Uydu | Kullanılan Uydu görüntülerinin Tarihleri | Dalga boyu (um) | Bant | Uzamsal Çözünürlük (metre) |
|-----------------------------|--|---------------------|------------------|----------------------------|
| Landsat 5 (TM) | 16.07.1984 | Bant 2: 0,52 – 0,60 | Yeşil | 30 |
| | | Bant 4: 0,76 – 0,90 | Yakın kızılötesi | 30 |
| | 18.08.1990 | Bant 5: 1.55 – 1.75 | Orta IR | 30 |
| | 01.07.1996 | Bant 7: 2.08 – 2.35 | Kırmızı | 30 |
| | 18.07.2002 | Bant 3: 0,53 -0,59 | Yeşil | 30 |
| Landsat 8 (OLI_TIRS) | 16.05.2014 | Bant 5: 0,85 -0,88 | Yakın kızılötesi | 30 |
| | | Bant 6: 1.57 -1.65 | Kırmızı | 30 |
| | 04.08.2020 | Bant 7: 2.11 -2.29 | Orta IR | 30 |
| | | | | |

Tablo 2: Landsat Görüntülerinde Su Özelliklerinin Çıkarılması İçin Kullanılan Uydudan Türetilen İndeksler.

| İndeks | Denklem | Açıklama |
|-----------------|--|----------------------------------|
| NDWI | $((\text{green}) - (\text{NIR})) / ((\text{green}) + (\text{NIR}))$ | Suyun pozitif (+) değeri vardır. |
| MNDWI | $((\text{green}) - (\text{MIR})) / ((\text{green}) + (\text{MIR}))$ Not: MIR, SWIR1 anlamına gelir. | Suyun pozitif değeri (+) vardır. |
| WRI | $((\text{green}) + (\text{RED})) / ((\text{NIR}) + (\text{SWIR1}))$ | Su kütesinin değeri >1 |
| AWEI_nsh | $4 * ((\text{green}) - (\text{SWIR1})) - ((0.25 * (\text{NIR})) + (2.75 * (\text{SWIR2})))$ | Suyun pozitif (+) değeri vardır. |
| NDVI | $(\text{NIR} - \text{Kırmızı}) / (\text{NIR} + \text{Kırmızı})$ | Suyun negatif (-) değeri vardır. |

(5TM: Green = Band 2, NIR= Band 4, MIR = Band 5, SWIR = Bant 7; 8OLI_TRIS: Yeşil=Bant 3, NIR: Bant 5, MIR= Bant 7, SWIR: Bant 6)

Çalışma alanının doğruluk düzeyinin güvenilirliğini belirlemek için Kappa istatistiği kullanılmıştır. κ , puanlayıcılar arası gözlenen uyumun içinden şansa/tesadüfe dayalı uyumun çıkarılmasına dayalı olarak $\kappa = (\bar{P} - \bar{P}e) / (1 - \bar{P}e)$ formülle hesaplanmaktadır. \bar{P} gözlenen uyumluluk oranı, $\bar{P}e$ tesadüfi/şansla uyumluluk oranı olmak üzere Kappa istatistiği (κ) formülüyle hesaplanmaktadır (Sim ve Wright, 2005; akt. Bıkmaz Bilgen ve Doğan, 2017). Kappa istatistiği -1 ile +1 arasında değer almaktadır. Kappa istatistiği +1 değerine ulaştıkça doğruluk uyumu da artmakta, -1 değerine yaklaştıkça uyumun gücü de azalmaktadır (Tablo 3).

Tablo 3: Kappa İstatistiğinin Yorumlanmasına İlişkin Değer Aralıkları.

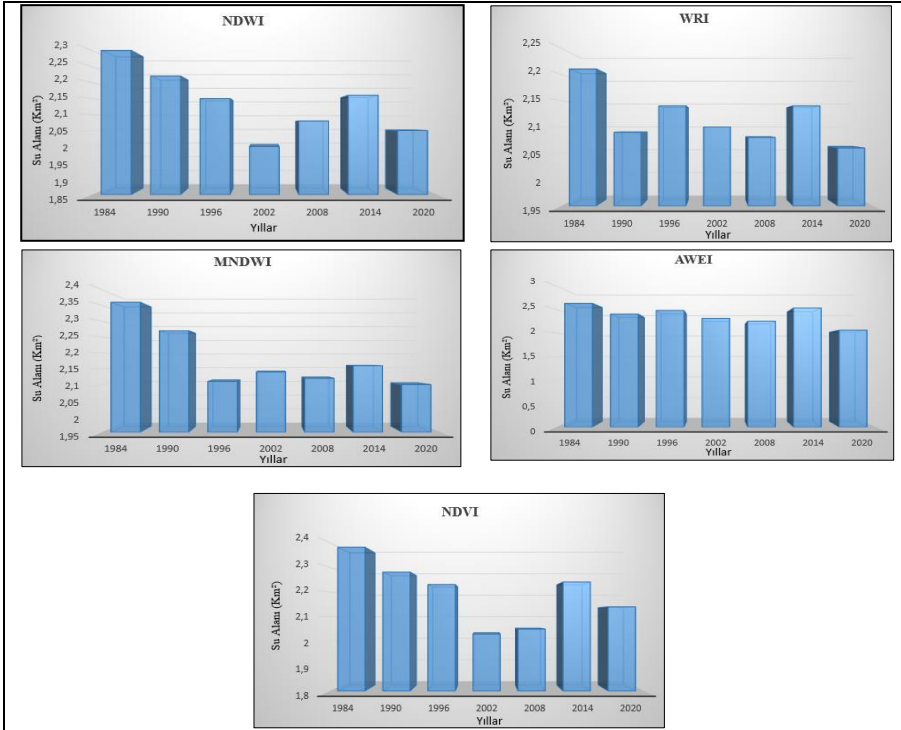
| κ | Uyumun Gücü |
|-------------|-------------|
| < 0,00 | Zayıf |
| 0,00 – 0,20 | Önemsiz |
| 0,21 – 0,40 | Düşük |
| 0,41 – 0,60 | Orta |
| 0,61 – 0,80 | Önemli |
| 0,81 – 1,00 | Çok Yüksek |

3. Bulgular

Yeniçağa Gölü'nün zamansal değişimi uzaktan algılama ile birden fazla analiz NDWI, MNDWI, WRI, AWEI_nsh, NDVI kullanılarak ortaya konulmuştur (Tablo 4-Grafik 1). Bu analizlerle yüzey alan değişiminin su yüzey gözlemlerine dayanan istatistiksel verileri, karşılaştırma işlemi sonucunda doğruluk analizi indeksleriyle ilgili sonuçların tutarlı olup olmadığı ortaya konulmuştur (Tablo 4).

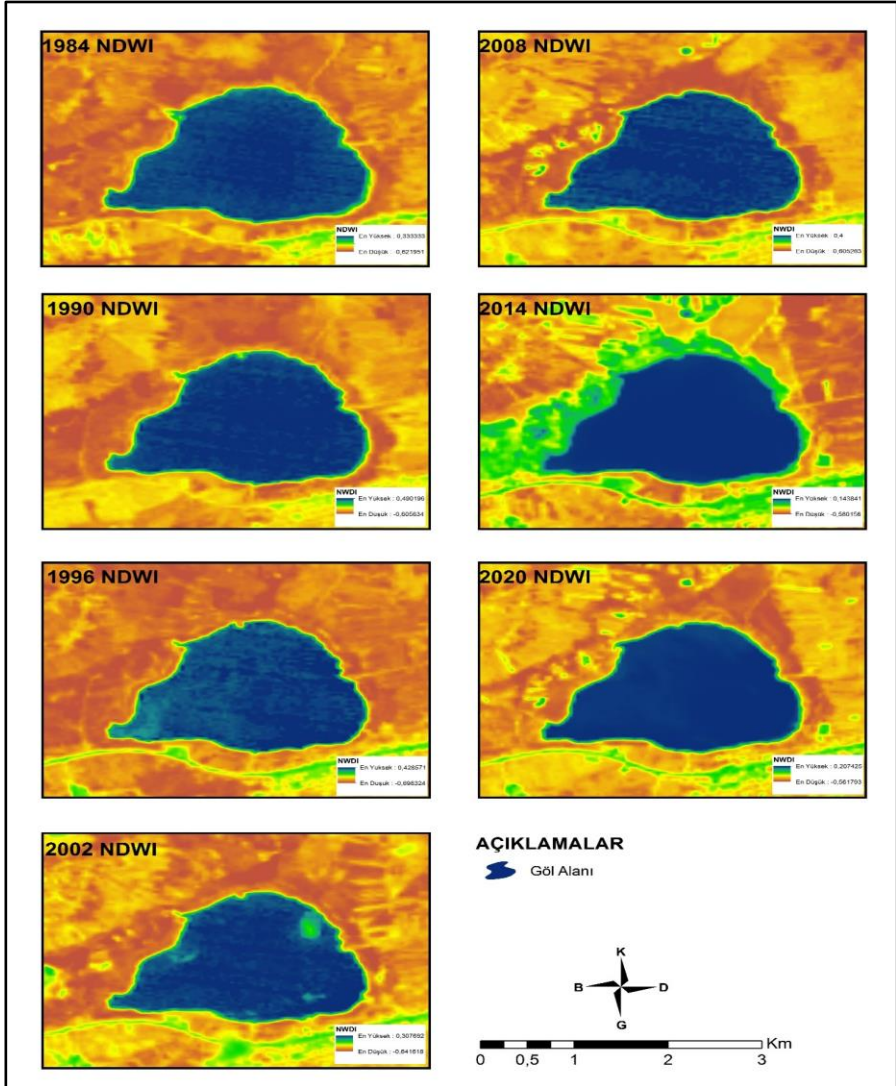
Tablo 4: NDWI, MNDWI, WRI, AWEI_nsh, NDVI İndeks Sonuçlarına Göre Su Yüzey Alanı (km²).

| İndeks | Su yüzey alanı (km ²) | | | | | | |
|----------|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| | 1984 | 1990 | 1996 | 2002 | 2008 | 2014 | 2020 |
| NDWI | 2,30 | 2,22 | 2,15 | 2 | 2,08 | 2,16 | 2,05 |
| MNDWI | 2,36 | 2,27 | 2,11 | 2,14 | 2,12 | 2,16 | 2,10 |
| WRI | 2,21 | 2,09 | 2,14 | 2,10 | 2,08 | 2,14 | 2,06 |
| AWEI_nsh | 2,63 | 2,40 | 2,48 | 2,31 | 2,25 | 2,53 | 2,06 |
| NDVI | 2,38 | 2,28 | 2,23 | 2,03 | 2,05 | 2,24 | 2,14 |

**Grafik 1:** NDWI, MNDWI, WRI, AWEI_nsh, NDVI Analizleri Sonucunda Göl Alan.

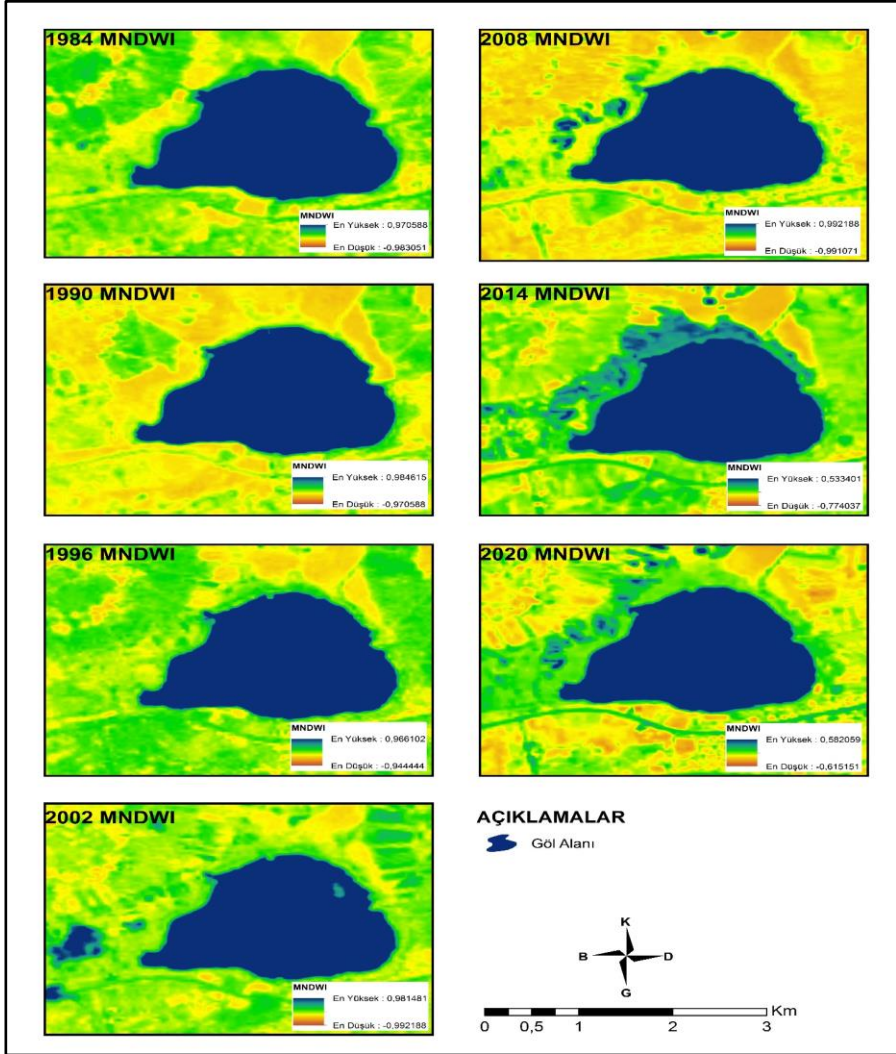
NDWI indeksinin analiz sonucunda 1984 yılında yüzey alanı 2,30 km² olarak hesaplanmıştır. 2020 yılında ise gölün alanı 2,05 km²'ye gerilemiştir. 37 yıllık zaman çizelgesinde 1984 yılından 2002 yılına kadar göl alanının küçüldüğü, 2008 yılında arttığı sonucuna varılmıştır.

Göl alanının 2014 yılında artmasında mayıs ayının etkili olmasına rağmen tüm yıllara bakıldığında genel olarak azalmıştır (Tablo 4-Grafik 1). Yeniçağa Gölü yüzey alanının zamansal değişimi NDWI indeksi kullanılarak analiz edilmiştir (Harita 3).



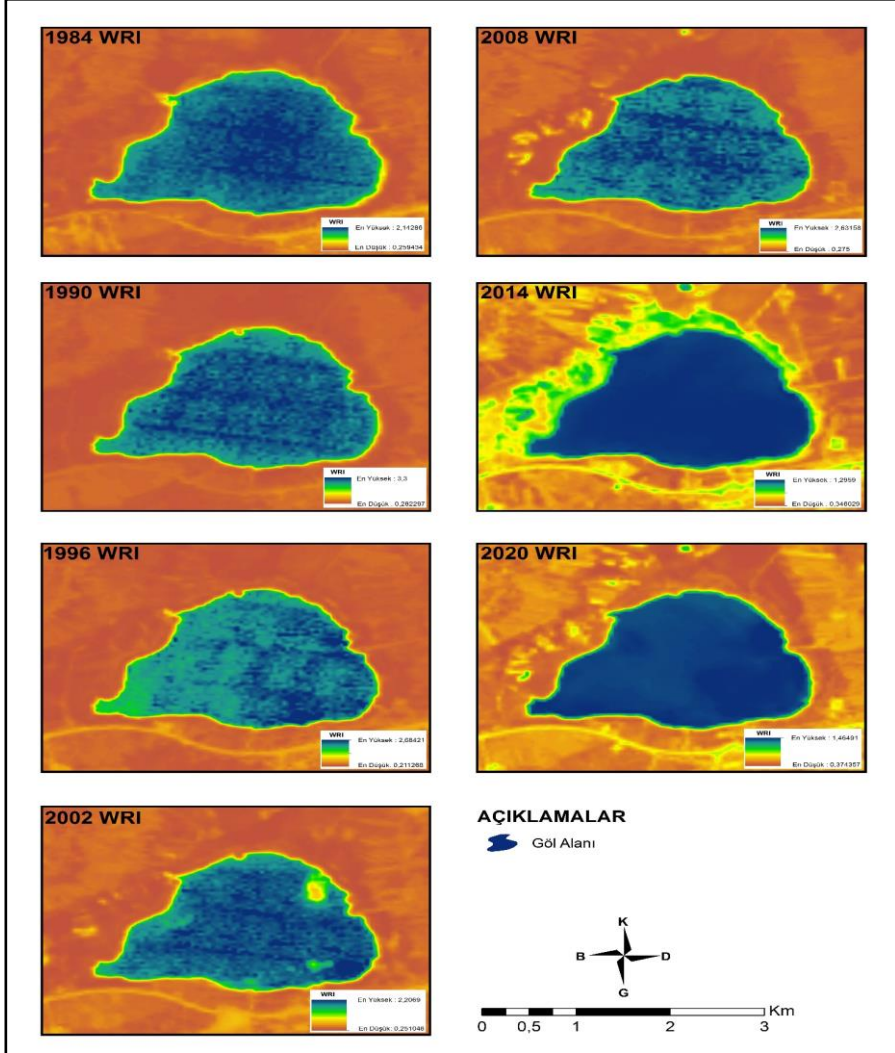
Harita 3: NDWI Analizi Sonucunda Elde Edilen Su Kütlesi Alanının Yıllara Göre Değişimi.

Harita 4'e göre Yeniçağa Gölü'nde kullanılan MNDWI indeksinin 1984 yılında analiz edilen göl alanı 2,36 km² iken 2020 yılında 2,10 km²'ye gerilediği tespit edilmiştir. Göl alanı incelenen süre içinde 2002 ve 2014 olmak üzere iki dönemde artmıştır (2002'de 2,14 km²; 2014'te 2,16 km²). 2014 yılındaki artışta az da olsa artmasının ilkbahar aylarından olan mayıs ayına denk geldiğinden dolayı etki ettiği söylenebilir (Tablo 4 –Grafik 1).



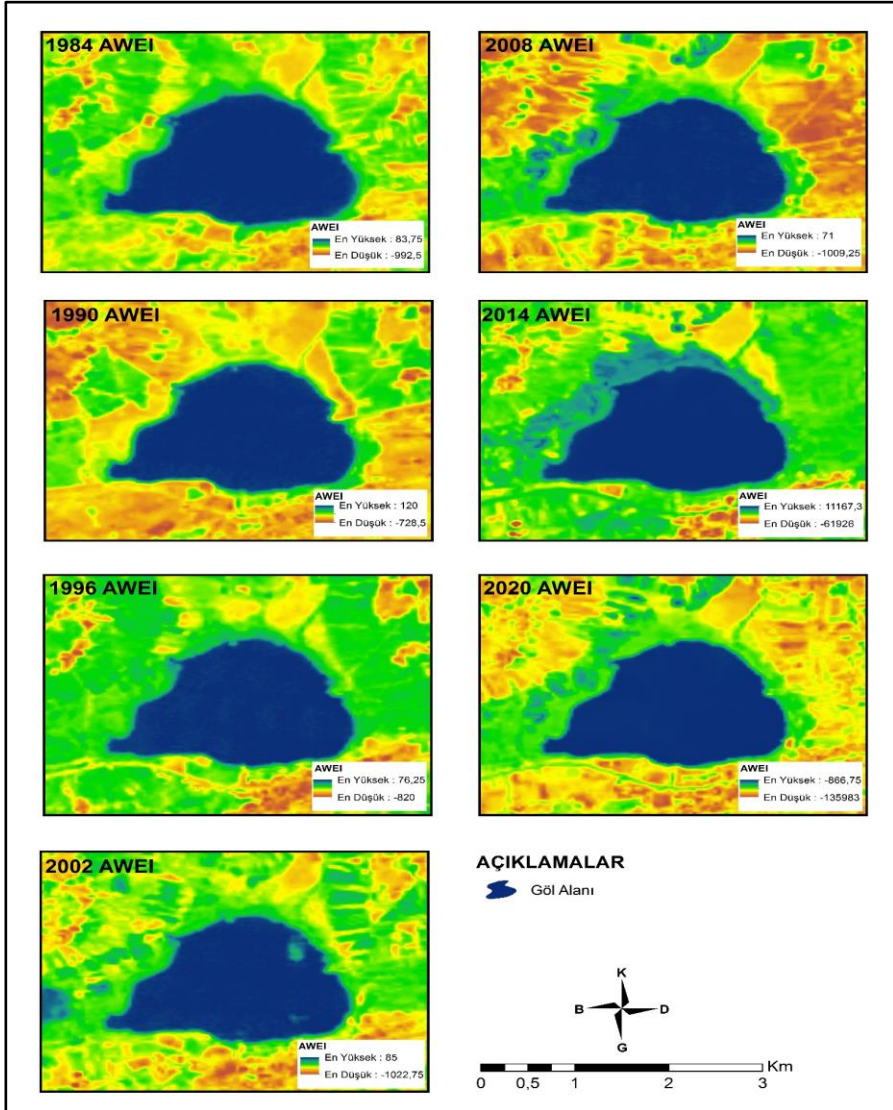
Harita 4: MNDWI Analizinin Sonucunda Elde Edilen Su Kütlesi Alanının Yıllara Göre Değişimi.

Harita 5'e göre, WRI indeksinde gölün alanı 1984 yılında en geniş alan olarak belirlenmiş ve 2,21 km² ölçülmüştür. 2020 yılında gölün alanı 2,06 km²'ye düşmüştür. 1984 ile 2020 incelenen zaman aralığında gölün alanında 1996 (2,14 km²) ve 2014 (2,14 km²) yıllarında artmış ancak 1984 yılındaki seviyeye ulaşamamıştır. 2014 yılı için kullanılan mayıs ayı uydu görüntüsü bu yılda artış olarak göstermesinde etkili olmuştur (Tablo 4, Grafik 1).



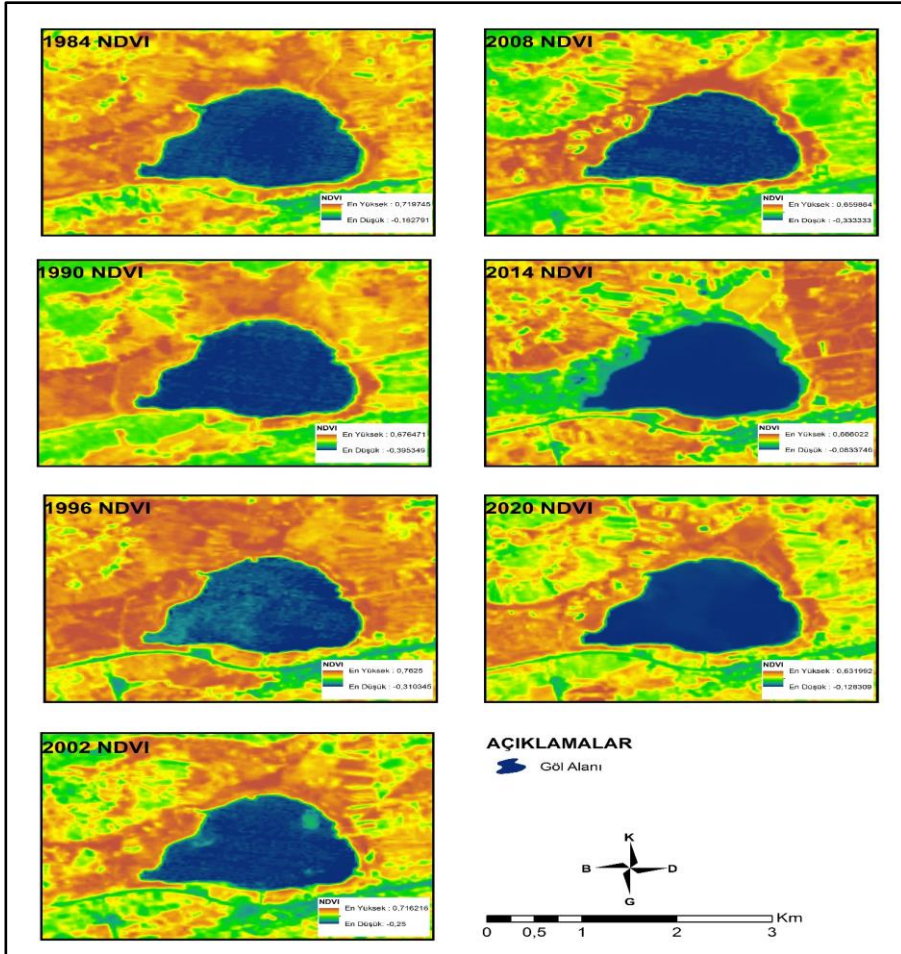
Harita 5: WRI Analizinin Sonucunda Elde Edilen Su Kütlesi Alanının Yıllara Göre Değişimi.

Harita 6'da gösterilen AWEI_nsh indeksine göre Yeniçağa Gölü yüzey alanı en yüksek olduğu yıllar 1984 yılında 2,63 km²; 1996'da 2,48 km²; 2014'te 2,53 km² olarak hesaplanmıştır. Göl yüzey alanının en düşük olduğu yıllar ise 1990'da 2,4 km²; 2002'de 2,31 km²; 2008'de 2,28 km²; 2020'de 2,06 km² olarak tespit edilmiştir (Tablo 4, Grafik 1).



Harita 6: AWEI_nsh Analizinin Sonucunda Elde Edilen Su Kütlesi Alanının Yıllara Göre Değişimi.

Harita 7'de görülen NDVI indeksine göre Yeniçağa Gölünün su yüzeyi 1984 yılında en geniş alana (2,38 km²) sahip olurken; 2002 yılında küçülerek en az alanı (2,03 km²) kaplamıştır. Göl alanı 1984 yılından 2002 yılına kadar azalma gösterirken; 2008 (2,05 km²) ve 2014 yılında (2,24 km²) olmuştur. 2014 yılındaki su seviye değişiminin yükselmesinin sebebini mayıs ayı verisinin kullanılması oluşturmuştur. Böyle olmakla birlikte 2020 yılında göldeki su alanının 2008 yılına göre küçük miktarda azalarak 2,1 km²'ye çekildiği tespit edilmiştir (Tablo 4, Grafik 1).



Harita 7: NDVI Analizine Göre Yeniçağa Gölü Su Yüzey Alanının Yıllara Göre Değişimi.

Doğruluk analizi için beş ayrı indekste kullanılan 7 yılın her biri için 500 nokta kullanılmış olup toplam 17.500 nokta atılmıştır. Doğruluk analizini tespit etmek için 17.500 nokta tek tek incelenmiş; NDWI, MNDWI, WRI, AWEI_nsh, NDVI indekslerinde elde edilen görüntülerin sonuçların doğruluğu test edilmiştir. Doğruluk analizi için doğruluk değerleri ve kappa katsayıları Tablo 5'te gösterilmiştir. Elde edilen doğruluk analizleri için Google Earth yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri referans veri olarak kullanılmıştır. Kappa değeri 1'e yaklaştıkça doğruluk analizi %100'e yaklaşmakta; Kappa değeri 1'den uzaklaştıkça doğruluk değeri azalmaktadır.

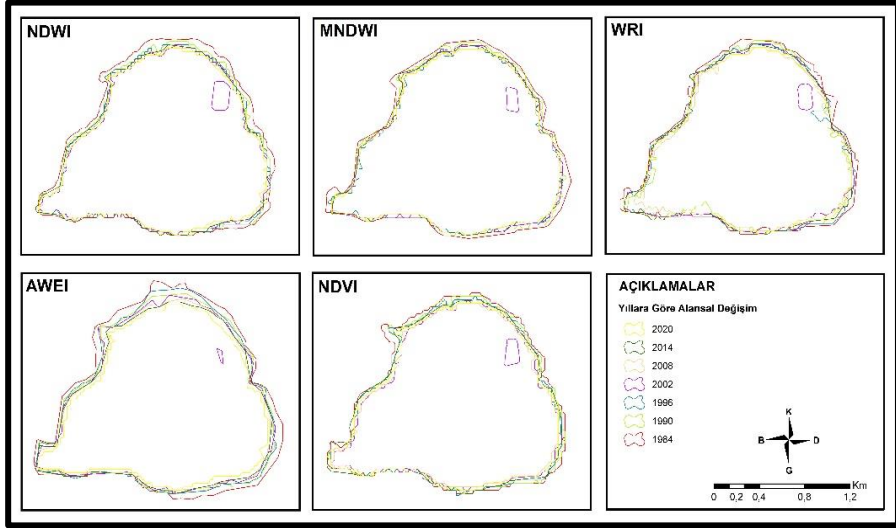
Yeniçağa Gölü'nün doğruluk analizi, kara ve su olmak üzere iki sınıfa ayrılarak değerlendirilmiştir. Çalışmada kullanılan indekslerden ikisi olan AWEI_nsh indeksinin 1990 yılına ait kappa değeri ile MNDWI indeksinin 2020 yılına ait kappa değerinin 1 olduğu görülmüş, ayrıca doğruluk analiz oranının %100 olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca diğer yıllara ait doğruluk analiz oranlarının da çok düşük değerde olmadığı tespit edilmiştir. Geçmiş yıllara ait en düşük değer, NDWI analizinin % 80 olduğu ve kappa değerinin 0,75 olduğu 1984 yılına aittir (Tablo 5).

Tablo 5: Yeniçağa Gölünün Kappa İndeksi Genel Doğruluk Analizi

| Yıllar | NDWI | | MNDWI | | WRI | | AWEI_nsh | | NDVI | |
|--------|--------------------|-----------------|--------------------|-----------------|--------------------|-----------------|--------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
| | Genel Doğruluk (%) | Kappa Katsayısı | Genel Doğruluk (%) | Kappa Katsayısı | Genel Doğruluk (%) | Kappa Katsayısı | Genel Doğruluk (%) | Kappa Katsayısı | Genel Doğruluk (%) | Kappa Katsayısı |
| 1984 | 80 | 0,75 | 80 | 0,7525 | 94 | 0,9044 | 98 | 0,9904 | 92 | 0,8933 |
| 1990 | 98 | 0,995 | 95 | 0,9475 | 86 | 0,7757 | 100 | 1 | 90 | 0,8773 |
| 1996 | 98 | 0,9946 | 94 | 0,9275 | 98 | 0,9759 | 97 | 0,9763 | 90 | 0,8773 |
| 2002 | 93 | 0,976 | 98 | 0,9813 | 98 | 0,9672 | 95 | 0,9679 | 99 | 0,9946 |
| 2008 | 94 | 0,9813 | 95 | 0,9371 | 96 | 0,9341 | 94 | 0,9866 | 99 | 0,992 |
| 2014 | 99 | 0,9975 | 98 | 0,9825 | 99 | 0,99 | 95 | 0,9618 | 90 | 0,8773 |
| 2020 | 96 | 0,99 | 100 | 1 | 98 | 0,9811 | 90 | 0,9356 | 99 | 0,9866 |

4. Sonuç ve Tartışma

Yeniçağa Gölü'nün NDWI, MNDWI, WRI, AWEI_nsh ve NDVI gibi indeksleri karşılaştırarak değerlendirmesi yapılmıştır. Bu analizde kullanılan 6 yıllık periyotlar halinde; 1984, 1990, 1996, 2002, 2008 tarihli Landsat 5 TM ve 2014, 2020 tarihli Landsat 8 OLI-TIRS görüntülerini her bir indeks için ayrı analizleri yapılmıştır. Bu görüntüler su ve kara olmak üzere iki sınıfa ayrılmıştır. Su çıkarma teknikleri kullanılarak su alanları kara alanlarından ayrılarak ortaya konulmuştur. Harita 3-4-5-6-7 ve Tablo 4-5 belirtildiği gibi su seviyesinin yıllara göre değişimleri incelenmiş olup tüm yıllar boyunca göl alanında çok az değişiklik meydana gelmiştir. Bu seviye değişikliğinin analizi, NDWI, MNDWI, WRI, AWEI_nsh ve NDVI gibi indekslerden elde edilen verilerinin değerlendirilmesi ve mukayesesi yapılmıştır. Bu analizde kullanılan görüntüler 6 yıllık periyotlar halinde; 1984, 1990, 1996, 2002, 2008 tarihli Landsat 5 TM ve 2014, 2020 tarihli Landsat 8 OLI-TIRS uydularından alınmış olup her bir indeks için ayrı analizler yapılmıştır. Bu görüntüler su ve kara olmak üzere iki sınıfa ayrılarak incelenmiştir. Su alanlarını kara alanlarından ayırarak incelenmek için su çıkarma teknikleri kullanılmıştır. Harita 3-4-5-6-7 ve Tablo 4-5 belirtildiği gibi su seviyesinin yıllara göre değişimleri incelenmiş olup tüm yıllar boyunca göl alanında çok az değişikliğin meydana geldiği gözlemlenmiştir. Su seviye değişikliğinin az olmasında göl havzasının çevresinde bataklıkların bulunuyor olmasının etkili olduğu düşünülmektedir. Göl etrafında oluşan bataklıklar sazlıklarla örtülmüştür. Bunun neticesinde göl yüzey değişiminin indekslere yansımının engellendiği belirlenmiştir. Bu sebeple daha sağlıklı veriler elde etmek için birden fazla analiz indeksinin kullanılmasına karar verilmiştir. Kullanılan yöntemlerden biri olan (AWEI) hariç diğer tüm analiz indeksleri birbirine yakın değerler vermiştir. AWEI su analizi, göl çevresinde bulunan göl birikintilerini de içerisine almıştır. Bu indekslerden elde edilen veriler sonucunda doğruluk analizlerinin birbirinden uzak olmadığı görülmüştür. İndekslerin tutarlı olması gölün alanının doğruluğunu artırmıştır (Harita 8).



Harita 8: Yeniçağa Gölü'nde Kullanılan İndekslerin Yıllara Göre Alansal Değişimleri.

İndekslerde yaz mevsimi aylarından temmuz ve ağustos ayları kullanılmıştır. Ancak 2014 yılının yaz mevsimi aylarında bulutluluk oranının yüksek oluşundan dolayı, 2014 yılı için mayıs ayı tercih edilmiştir fakat bu tercihin çalışmanın nihai sonucunu çok fazla etkilemediği değerlendirilmiştir. Son tahlilde Yeniçağa Gölü'nün kapladığı alan her yıl için farklılık gösterdiği gözlemlenmiştir.

Çalışmada kullanılan bütün indeksler için gölün alanının en geniş olduğu yılın 1984 yılı olduğu tespit edilmiştir. Göl alanının en az seviyede olduğu yıllar NDWI, NDVI indekslerine göre 2002 yılı; MNDWI, WRI, AWEI_nsh indekslerine göre ise 2020 yılı olduğu tespit edilmiştir. Tüm indekslerin verileri birlikte değerlendirildiğinde 2014 yılında bir artış görüldüğü ancak toplamda su seviyesinin 1984 yılı seviyesine ulaşmadığı; göl seviyesinde küçük çapta genişlemeler olduğu fakat genel olarak su seviyesinin azaldığı gözlemlenmiştir. Doğruluk analiz sonuçlarının birbirleriyle tutarlı olmasına rağmen indekslerden elde edilen verilerde az da olsa farklılık görülmesinin formüllerin birbirinden farklı detayları ortaya çıkarıyor oluşundan kaynaklandığı değerlendirilmiştir. Harita 8 incelendiğinde indeks verileri arasında çok büyük bir farklılığın olmadığı sonucuna varılmaktadır. AWEI_nsh analiz verilerinde, gölün çevresindeki

sazlıklardan kaynaklı diğer bir farklılık oluşturduğu görülmüştür. Bunun en önemli nedenin ise sazlıkların gölge oluşturması olduğu sonucuna varılmıştır.

Saha çalışma esnasında gölün bulunduğu alanda turbalıkların olduğu tespit edilmiş; göl çevresindeki sazlıklardan dolayı göl seviye değişikliği saha çalışmasında istenilen düzeyde ölçülememiştir. Bu yüzden farklı analizler kullanılmıştır. Ancak saha çalışmasında NDVI bitki örtüsü indeksi kullanılmış olmasına rağmen gölün çevresindeki sazlıkların göl seviyesini ne derecede etkilediği tartışılır durumdadır.

Makalenin “çalışma alanı” başlıklı bölümünde de değinildiği gibi, göl derinliğinin sığ oluşundan dolayı göl yüzeyinde gemi vs. gibi vasıtaların kullanılmasının mümkün olmadığı anlaşılmaktadır. Son tahlilde yıllara göre göl yüzeyinde bazı değişiklikler olduğu gözlemlense de bu değişikliklerin kayda değer olmadığı anlaşılmıştır.

Gölün su seviyesinde yıl içerisinde meydana gelen değişimlerde; iklim değişikliği, yanlış su kullanımı, bataklık, bulutluluk ve yüzey parlaklığı gibi durumlar etkili olmaktadır. Göl seviyesini etkileyen en önemli faktör ise bulutluluktur.

Tartışma konusu olarak bu makale ile karşılaştırılabilecek birden çok çalışma mevcuttur ancak bu çalışmaların her birinde farklı analizler ve yöntemler kullanmışlardır. Örneğin; 1958 - 1977, 1977 - 1987, 1987 - 1998, 1998-2000, 2000-2002 ve 1958-2002 dönemlerinde Madra Çayı Deltası, Karakoç Deltası ve İskele kıyı okundaki değişimleri gösterebilmek için basit doğrusal regresyon analizi yöntemini kullanılmıştır. Tağıl ve Cürebal (2005), elde ettikleri analiz sonuçlarına göre 44 yıllık dönemde Madra Çayı Deltası'nda yıllar arasında değişik salınımlar görüldüğünü; oluşan değişimin yönünün negatif olduğunu aktarmaktadırlar. Çiçekli ve Özkan (2016), Landsat 8'in Adana Seyhan Baraj Gölü kıyı çizgisinin aylık değişiminin belirlenmesinde kullanılması konulu çalışmalarında, Seyhan Baraj Gölü'nün 2015 yılı içinde yüzey ölçümü olarak değişimini, aylık Landsat-8 uydu görüntülerinin eğitilmiş sınıflandırması ile tespit etmişler ve aylık karşılaştırma yöntemi ile değişimleri gözlemlemişlerdir. Özçalık, Torun ve Bilgilioğlu (2020), Mogan Gölü'nün 1998, 2001, 2004, 2007, 2010 tarihli Landsat 5 TM ve 2019 tarihli Landsat 8 OLI-TIRS görüntülerine kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma işlemleri uygulamıştır ve çalışma alanının zaman

içerisindeki değişimini incelenmiştir. Ataol (2010), Burdur Gölü'nün 1987'den beri sahip olduğu suyun yaklaşık $\frac{1}{4}$ 'ünü kaybettiğini aktarmaktadır. Bu süreçte göl seviyesinde 9,5 metrelik alçalma meydana gelmiştir. Gölün su bütçesini oluşturan bileşenlerde yapılan inceleme sonucunda göldeki su kaybının temel nedeninin, gölü besleyen akarsuların yıllık akımlarında görülen aşırı azalış olduğu ifade edilmiştir. Bu azalışın temel nedeni de akarsuların taşıdığı suyun büyük kısmının baraj ve göletlerle verimsiz ve plansız bir şekilde tarım alanlarına aktarılmasıdır.

Sonuç olarak Yeniçağa Gölü için şunlar söylenebilir;

- Çalışma alanında sazlık ve bataklıkların olması analizi zorlaştırmıştır. Bundan dolayı NDWI, MNDWI, WRI, AWEI_nsh gibi su indeksleriyle beraber NDVI Normalleştirilmiş Fark Bitki İndeksi de kullanılmıştır.
- Her bir indeks için kullanılan tüm yılların haritaları karşılaştırılarak tek bir haritada gösterilmiştir.
- Genel olarak literatür taramasında çok az arazi çalışmasına denk gelinmiştir. Bu tip çalışmalarda arazi çalışmasının yapılmasının analizin güvenilirliğini artıracak yöntemlerin başında geldiği düşünülmektedir.
- Bataklık alanlarında oluşan turbaların çalışmayı etkileyebileceği ancak gözle görülebilir bir etkinin olmayacağı düşünülmüştür.

DETECTION OF THE LEVEL CHANGE IN YENİÇAĞA LAKE (BOLU) USING SATELLITE IMAGES

Abstract

One of the most widespread and significant resources on Earth is water. It is known that the water levels on the Earth's surface change depending on certain conditions. How this change occurs and how it is detected is currently one of the topical research subjects in the field.

In this study, the variation in the water level of Yeniçağa Lake in the Yeniçağa District of Bolu Province was analyzed using different indices at different times, namely in the years 1984, 1990, 1996, 2002, 2008, 2014, and 2020. In this context, the water level variation in Yeniçağa Lake was analyzed for these seven years at six-year intervals (1984-1990-1996-2002-2008-2014-2020). Landsat 5 TM/Landsat 8 OLI images were used along with indices such as Normalized Difference Water Index (NDWI), Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI), Automated Water Extraction Index (AWEI_nsh), Water Ratio Index (WRI), and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) for 37 years, employing USGS Earth Explorer satellite imaging techniques. The analysis focused on the decreases and increases in surface water detection using these indices. For each index, 17,500 points were sampled, and kappa values and accuracy analysis were calculated. According to these calculations, it was observed that the index with the lowest accuracy was NDWI in 1984 (80%), while the indices with the highest accuracy were MNDWI in 2020 and AWEI_nsh in 1990, both achieving 100% accuracy. The study identifies 1984 as the year with the highest lake level in all indices used. From 1984 to 1990, there was a decrease in all indices except for WRI-AWEI_nsh. In 1996, there was a decrease in all indices except for WRI-AWEI_nsh. In 2002, there was a decrease in all indices except for MNDWI. In 2008, there was a decrease in all indices except for NDWI-NDVI. In 2014, there was an increase in all indices, and in 2020, there was a decrease. As a result, it's observed that there isn't a consistent pattern of increase and decrease in lake levels across all indices. Despite fluctuations in indices indicating both increases and decreases, the lake level has not returned to the level observed in 1984. Although the highest level was

recorded in that year, overall, there appears to be a decrease in the lake's water level.

Keywords: Water Indexes, Level Change, Landsat, Lake Yeniçağa

KAYNAKÇA

- Abdulganioglu, C (2021). Bolu İli 2020 Yılı Çevre Durum Raporu. T.C. Bolu Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü. Erişim adresi: <https://webdosya.csb.gov.tr/db/bolu/icerikler/bolu-il--2020-yili-cevre-durum-raporu-20210611103943.pdf>
- Abujayyab, S. K., Almotairi, K. H., Alswaitti, M., Amr, S. S. A., Alkarkhi, A. F., Taşoğlu, E. and Hussein, A. M. (2021). Effects of Meteorological Parameters on Surface Water Loss in Burdur Lake, *Turkey over 34 Years Landsat Google Earth Engine Time-Series. Land*, 10(12), 1301. Erişim adresi: <https://doi.org/10.3390/land10121301>
- Acharya, T. D., Subedi, A. and Lee, D. H. (2018). Evaluation of Water Indices for Surface Water Extraction in a Landsat 8 Scene of Nepal. *Sensors*, 18(8), 2580. DOI: 10.3390/s18082580
- Akgül, M. A. ve Çetin, M. (2018). Baraj Gölü Su Kotunun Landsat 8 Uydu Görüntüleri Kullanılarak Tahmin Edilmesi. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 9(1), 493-502. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/453672>
- Aksungur, N. ve Firidin, Ş. (2008). Su Kaynaklarının Kullanımı ve Sürdürülebilirlik. *Aquaculture Studies*, 2008(2). Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/204321>
- Ataol, M. (2010). Burdur Gölü'nde Seviye Değişimleri. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 8(1), 77-92. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/691267>
- Bahadır, M. (2013). Akşehir Gölü'nde alansal değişimlerin uzaktan algılama teknikleri ile belirlenmesi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (28), 246-275. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/3355>
- Bayrak, M. (2018) Marmara Gölü (Manisa) Alansal Değişiminin UA ve CBS ile Analizi. VII. Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (UZAL-CBS 2018), Eskişehir. DOI: 10.15659/uzalcbs2018.6191
- Bilgen B. Ö. ve Doğan, N. (2017). Puanlayıcılar Arası Güvenirlik Belirleme Tekniklerinin Karşılaştırılması. *Journal of Measurement and Evaluation in Education and Psychology*, 8(1), 63-78. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/279521>

- Çiçekli, S. Y. ve Özkan, C. (2016). Landsat 8 'in Adana Seyhan Baraj Gölü Kıyı Çizgisinin Aylık Değişiminin Belirlenmesinde Kullanılması. *Uzaktan Algılama - CBS Sempozyumu (UZAL-CBS 2016)*, 1078, 1082.
- Çoban, H., Koç S. ve Kale, M. M. (2020). Çoruh Deltası (Gürcistan/Batum) Kıyı Çizgisi Değişimi (1984–2019). *International Journal of Geography and Geography Education*, (42), 589-601.
- Feyisa, G. L., Meilby, H., Fensholt, R. and Proud, S. R. (2014). Automated Water Extraction Index: A new technique for surface water mapping using Landsat imagery. *Remote Sensing of Environment*, 140, 23-35.
- Gülci, S., Gülci, N. ve Yüksel, K. (2019). Aslantaş Baraj Gölü ve Çevresinin Su Yüzey Alanı ve Arazi Örtüsü Değişiminin Landsat Uydu Görüntüleri Kullanılarak İzlenmesi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 9 (1), 100-110. DOI: 10.21597/jist.419221
- Huang, C., Chen, Y., Zhang, S. and Wu, J. (2018). Detecting, Extracting, and Monitoring Surface Water From Space Using Optical Sensors: A review. *Reviews of Geophysics*, 56(2), 333-360.
- Kaplan, G., Avdan, U., Avdan, Z. Y. ve Yıldız, D. N. (2016). Landsat Uydu Görüntüleri Kullanılarak Kuraklık İzlenmesi (Akşehir Gölü Örneği), *UZAL CBS Sempozyumu*, 535, 540.
- Keskin, M. E., Aksoy, Y. R., Aksoy, A. S. ve Yılmazkoç, B. (2017). Göl Seviye Tahmini: Eğirdir Gölü. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 5(3), 601-608. DOI: 10.21923/jesd.340383.
- Khalid, H. W., Khalil, R. M. Z. ve Qureshi, M. A. (2021). Evaluating Spectral Indices for Water Bodies Extraction in Western Tibetan Plateau. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 24(3), 619-634.
- Kılar, H. ve Çiçek, İ. (2018). Göksu Deltası Kıyı Çizgisi Değişiminin DSAS Aracı ile Belirlenmesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 16(1), 89-104.
- Kurt, S. ve Duman, E. (2015) Sakarya Nehri deltasında Kıyı Alan Kullanımı Değişiminin Coğrafi Analizi. *Coğrafyacılar derneği Uluslararası Kongresi.21-23 Mayıs 2015/Başkent Öğretmenevi/Ankara*

- Kopar, İ. ve Sevindi, C. (2013). Tortum Gölü'nün (Uzundere-Erzurum) Güneybatısında Aktüel Sedimentasyon ve Siltasyona Bağlı Alan-Kıyı Çizgisi Değişimleri. *Türk Coğrafya Dergisi*, (60), 49-66.
- Köle, M. M., Ataol, M. ve Erkal, T. (2016). Eber ve Akşehir gölleri'nde 1990-2016 Yılları Arasında Gerçekleşen Alansal Değişimler. *TÜCAUM Uluslararası Coğrafya Sempozyumu*, 13-14.
- Mutlu, A. Z., Kazancı, B., Özçetin, A. Y. ve Sarıyılmaz, F. B. (2020). Akşehir Gölü Zamansal Değişiminin Bant Oranlama Yöntemleri ile Belirlenmesi. *Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi*, 2(1), 22-28.
- Özelkan, E. (2019). Uzaktan Algılama ile Belirlenen Baraj Gölü Alanının Zamansal Değişiminin Meteorolojik Kuraklık ile Değerlendirilmesi: Atıkhisar barajı (Çanakkale) örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(4), 904-916.
- Özçalık, H., Torun, A. T. ve Bilgilioğlu, S. S. (2020). Landsat Uydu Görüntüleri Kullanılarak Mogan Gölü'nün Su Yüzeyi ve Arazi Örtü Değişiminin Belirlenmesi. *Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi*, 2(2), 77-84.
- Özşahin, E. (2011). Gölbaşı (Balık) Gölü'nde (Hatay) Meydana Gelen Değişimin Coğrafi Analizi. *Turkish Studies*, 6(1).
- Pekcan, N. (1993). Çakırlar Yeniçağa Depresyonunun (Bolu) Jeomorfolojik Oluşum ve Gelişimi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (8), 113-122.
- Pettorelli, N., Vik, J. O., Mysterud, A., Gaillard, J. M., Tucker, C. J. ve Stenseth, N. C. (2005). Using the Satellite-Derived NDVI to Assess Ecological Responses to Environmental Change. *Trends in ecology and evolution*, 20(9), 503-510.
- Sarp, G. ve Özçelik, M. (2017). Zaman Serilerini Kullanarak Su Kütlesi Çıkarma ve Değişim Tespiti: Burdur Gölü, Türkiye örneği. *Taibah University for Science Dergisi*, 11 (3), 381-391.
- Sabuncu, A. (2020). Burdur Gölü Kıyı Şeridindeki Değişiminin Uzaktan Algılama ile Haritalanması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 20(4), 623-633. DOI: 10.35414/akufemubid.711653.

- Sim, J. and Wright, C. C. (2005). The Kappa Statistic in Reliability Studies: Use, Interpretation, and Sample Size Requirements. *Physical therapy*, 85(3), 257-268.
- Sisay, A. (2016). Remote Sensing Based Water Surface Extraction and Change Detection in the Central Rift Valley Region of Ethiopia. *American Journal of Geographic Information System*, 5(2), 33-39. DOI: 10.5923/j.ajgis.20160502.01.
- Jawak, S. D., Kulkarni, K. and Luis, A. J. (2015). A Review on Extraction of Lakes From Remotely Sensed Optical Satellite Data with a Special Focus on Cryospheric Lakes. *Advances in Remote Sensing*, 4(03), 196. DOI: 10.4236/ars.2015.43016.
- Tağıl, Ş. ve Cürebal, İ. (2005). Altınova Sahilinde Kıyı Çizgisi Değişimini Belirlemede Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi. Cilt: 15, Sayı: 2, Sayfa: 51-68, Elâzığ.*
- Tulbure, M. G. and Broich, M. (2013). Spatiotemporal Dynamic of Surface Water Bodies Using Landsat Time-Series Data from 1999 to 2011. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 79, 44-52. DOI: 10.1016/j.isprsjprs.2013.01.010.
- Yurteri, C. ve Kurttaş, T. (2021). Uzaktan Algılama ve CBS Teknikleri Kullanılarak Seyfe Gölü (Kırşehir) Yüzey Alanının Zamansal Değişiminin Analizi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11(4), 1115-1128. DOI: 10.17714/gumusfenbil.848873.
- Zhang, F., Tiyip, T., Johnson, V. C., Wang, J. and Nurmemet, I. (2016). Improved Water Extraction Using Landsat TM/ETM+ Images in Ebinur Lake, Xinjiang, China. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 4, 109-118.
- Xu, H. (2006). Modification of Normalised Difference Water Index (NDWI) to Enhance Open Water Features in Remotely Sensed Imagery. *International journal of remote sensing*, 27(14), 3025-3033. DOI: 10.1080/01431160600589179.

İnternet Kaynakları

URL 1: [https://earthexplorer.usgs.gov/USGS Landsat 5 TM Collection 1 Tier 1 Ham Veriler](https://earthexplorer.usgs.gov/USGS_Landsat_5_TM_Collection_1_Tier_1_Ham_Veriler). (Erişim Tarihi: 5/11/2022).

URL 2: <https://earthexplorer.usgs.gov/> USGS Landsat 8 OLI_TIRS Collection 1 Tier 1 Ham Veriler (Erişim Tarihi: 5/11/2022).

URL 3: <https://www.aa.com.tr/tr/yasam/yenicaga-golu-goc-mevsiminde-mola-veren-kuslari-agirliyor/2710343> (Erişim Tarihi: 17/01/2023).

Google Earth Motoru (Erişim Tarihi: 5/11/2022 ve 17/01/2023).

8.BÖLÜM

ORMAN SINIRINDA MEYDANA GELEN DEĞİŞİKLİĞİN NORMALİZE EDİLMİŞ BİTKİ İNDEKSİ (NDVI) VE YÜZEY SICAKLIKLARI (YYS) ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: YENİCE ORMANLARI ÖRNEĞİ

Doktorant Nesrin SARSICI¹⁷
Dr. Özlem DÜNDAR TEMUR¹⁸
Doç. Dr. Sevda COŞKUN¹⁹

Amaçlar

- Yenice orman sınırında meydana gelen değişikliğin Normalize Edilmiş Bitki İndeksi (NDVI) değerlerinin zamansal değişimi ortaya koymak
- Araştırma alanında yüzey sıcaklıklarının (YYS) zaman içerisindeki değişimini tespit etmek
- Kontrollü sınıflandırma yöntemiyle oluşturulan arazi örtüsüne göre orman sınırında meydana gelen değişimi ortaya koymak

¹⁷ Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Karabük, Türkiye. nesrinsrc@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6846-5803.

¹⁸ Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Karabük, Türkiye. dundarozlem65@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2673-6780.

¹⁹ Karabük Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Karabük, Türkiye. sevdacoskun@karabuk.edu.tr, ORCID: 0000-0002-4702-4670.

GİRİŞ

Dünyanın kara yüzeyinin büyük bir kısmını kaplayan ve önemli ekosistemlerin başında olan ormanlar karbon yutak alanlarından biridir. Orman ekosisteminde karbon girdisi fotosentez yolu ile olmaktadır. Atmosferdeki CO₂ bitkiler (ağaç, ağaççık, çalı, ot, yosun vb.) tarafından alınarak öncelikle karbonhidrat şeklinde bağlanmakta, ayrıca diğer organik bileşiklere dönüştürülmektedir. Bu önemli yutak alanları çevresel, iklimik ve insan kaynaklı nedenlerden dolayı zarar görmektedir. Bunun sonucunda ise buralarda depolanan karbon, atmosfere geri verilerek iklimde değişmelere (yüzey sıcaklıklarının artmasına) neden olmaktadır.

Orman alanların tahrip edilmesi sera gazı emisyonlarını arttırmada fosil yakıtların yanmasından sonra ikinci sırada yer almaktadır (Simula ve Mansur, 2011). Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) (2013)' ye göre 1750-2011 yılları arasındaki kümülatif CO₂ emisyonlarının 375 milyar tonunun fosil yakıt kullanımı ve çimento üretiminden kaynaklanırken, ormansızlaşma ile araziden yararlanma biçimlerinden kaynaklanan CO₂ emisyonlarının bunun yarısı kadar (180 milyar t) olduğu belirtilmektedir (Tolunay, 2017).

Araziden yararlanmadaki değişmelerin ve ormansızlaşmanın ortalama sıcaklıkların üzerinde etkisinin fark edilmesiyle bu alanda yapılan çalışmalar artmıştır. Uluslararası literatürde; Uzaktan algılama teknolojileri kullanılarak Brezilya'daki ormansızlaşmanın boyutu (Gond ve Minh, 2016); Endonezya'daki Gunung Palung Ulusal Parkı'ndaki orman örtüsü değişikliği (Fawzi, Husna ve Helms, 2018); Brezilya Cerrado'da ormansızlaşma sürücülerinin mekânsal değişimi (Triguerio, Nabout ve Tessarolo, 2020) yapılan başlıca çalışmalardır. Ulusal literatürde ise; Türkiye'de ormansızlaşma ile kaybedilen karbon miktarları (Tolunay, 2015); ormanlar ve iklim değişikliği (Tolunay, 2013); dünyada ve Türkiye'de ormansızlaşma (Tolunay, 2017); İç Batı Anadolu Bölümü'nde iklim değişikliğinin vejetasyon dönemine etkisi (Sar, Avcı ve Avcı, 2018); Orman biyokütlesinin atmosfere katkısı (Durkaya ve Durkaya, 2018); iklim değişikliğinde örtü bitkilerinin rolü ve önemi (Topçu, Özkan ve Hamidi, 2020) Türkiye'de ormansızlaşmanın gerçek boyutları (Atmış, 2021) üzerine çalışmalar yapılmıştır.

Ormanlarının uzaktan algılama teknolojileri kullanılarak alansal ve zamansal değişiminin incelenip yüzey sıcaklıkları üzerindeki etkilerini ortaya koymak amacıyla yapılan çalışmanın konu kapsamını “Orman Sınırında Meydana Gelen Değişikliğin Normalize Edilmiş Bitki İndeksi (NDVI) ve Yüzey Sıcaklıkları (YYSS) Üzerindeki Etkisi Yenice Ormanları Örneği” oluşturmaktadır. Çalışmanın alan kapsamını ise konusu için iyi bir örneklem olması açısından Türkiye'nin en bakir ve kesintisiz ormanı olan ve 135.795 hektar alan kaplayan Yenice ormanları seçilmiştir. Yenice ormanları bütünlüğü bozulmamış geniş orman yapısı, çeşitli yaşam alanları, engebeli arazi yapısı ve derin vadileriyle, yaban hayatı ve memeli hayvanlar için oldukça özel bir sahadır. Yenice ormanlarının Çitdere, İncedere, Şimşirdere su toplama havzaları; iğne ve geniş yapraklı ağaçlardan oluşan doğal yaşlı ormanlara, anıt ağaçlara ve yaban hayatına ev sahipliği yapmaktadır. Bu ormanlar “Dünya Doğal Hayatı Koruma Vakfı (WWF) tarafından Avrupa Kıtası'nda korunması gerekli 100 sıcak orman ekosistemi arasında yer almaktadır. Araştırma alanında Kavaklı ve Çitdere Tabiatı Koruma alanları ile Yenice Yaban Hayatı Geliştirme Sahası gibi korunan alanlar bulunmaktadır. Bu alanlar Tarım ve Orman Bakanlığı'na bağlı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü'nün sorumluluğu altındadır. Ancak, Tabiatı Koruma Alanlarında yer alan anıt ağaçlar, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın yetkisi alanındadır (Öztekinci, 2020). Bölgenin geçim kaynağını madencilik, arıcılık ve ormancılık oluşturmaktadır. Ormancılık faaliyetleri, Yenice ormanları için risk ve tehdit oluşturmaktadır. Bu tehdit ve riskleri azaltmak için Çitdere ve Kavaklı Tabiatı Koruma Alanları ve Yenice Yaban Hayatı Geliştirme Sahaları oluşturulmuştur (Harita 1).

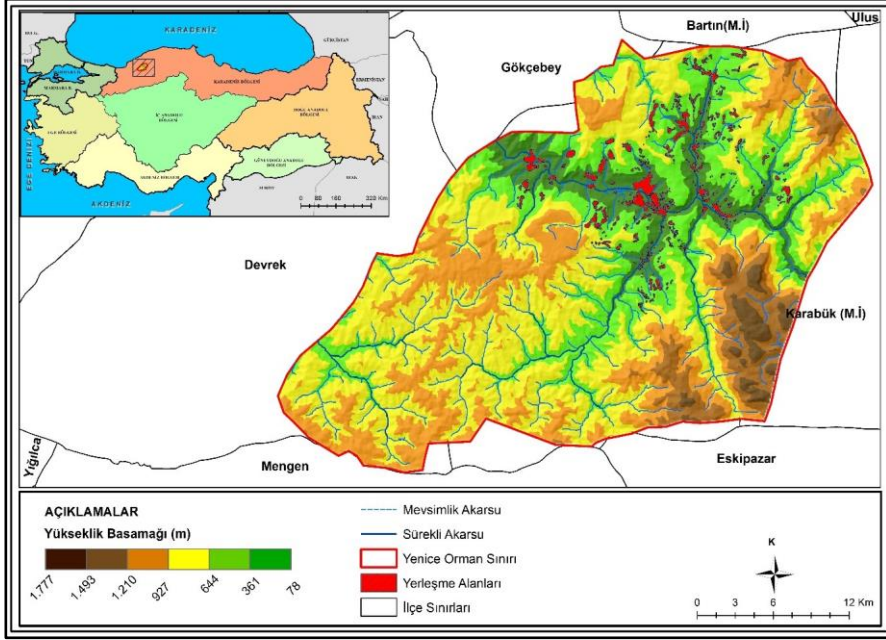
Orman ekosisteminin sürdürülebilir bir biçimde işletilmesi, biyoçeşitliliğin korunması, canlı yaşamı ve gelecek nesillere uygun ortamın bırakılması bir gerekliliktir. Bu nedenle; vejetasyonun dağılışı gösterdiği alandaki ortam özellikleri doğru belirlenmeli, ortam-bitki ilişkisi iyi irdelenmeli ve ortam üzerinde olası antropojenik baskı kontrol altına alınarak daralan doğal yaşam alanlarına uygun koşullar sağlanmalıdır (Coşkun, 2020). Orman alanlarının sürdürülebilir olmayan kullanımları sonucunda alansal veya kalite kayıpları meydana gelmektedir. Ayrıca orman alanlarında meydana gelen bozulmalar birçok bitki ve hayvan türünü yok olma tehlikesi

ile karşı karşıya getirmektedir (Öztekin, 2020). Bölgedeki ormanların sürdürülebilir yönetimi için son yirmi yıl içinde Orman Genel Müdürlüğü'nce Türk-Alman Ormanlık Projesi ve Türkiye'de Orman Amenajman Planlama ve Kaynak Bilgi Sistemlerinin Geliştirilmesi (FRIS) Projesi yürütülmüştür. 2005 yılından itibaren Dünya Doğayı Koruma Vakfı (WWF)-Türkiye, Dünya'ya Armağanlar Projesi kapsamında, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü ile iş birliği içerisinde alanın geniş bir koruma alanı olması için çalışmalar yürütmektedir²⁰.

Orman Genel Müdürlüğü'nün Ormanlık İstatistikleri verilerine göre; 22.740,297 hektar alan kaplayan ormanları ile zengin flora ve faunaya sahip olan Türkiye'de, daha önce böyle bir çalışmanın yapılmamış olması araştırma konusunu özgün kılmaktadır. Ayrıca diğer çalışmalar için örnek oluşturması bakımından önemlidir. Yenice ormanları sınır olarak Yenice, Karabük merkez, Eskipazar, Safranbolu, Bartın merkez, Ulus ve Mengen ilçelerini kapsamaktadır. Sahanın matematik konumu 32°05'-32°32' doğu boylamları ile 40°59'-41°13' kuzey enlemleri arasındadır. Denize olan uzaklığı 39 km'dir. Araştırma alanının Doğu-Batı yönünde genişliği 38 km, Kuzey-Güney yönünde mesafesi 28 km'dir. Avrupa-Sibirya Fitocoğrafya Bölgesinin Öksin Provensinde, Karadeniz Bölgesi'nin Batı Karadeniz Bölümünde yer almaktadır (Harita 1).

²⁰ 11.10.2020 tarihinde <https://www.dogadermegi.org/wp-content/uploads/2018/11/obk010-yenice-ormanlari-onemli-doga-alanlari-kitabi.pdf>. Adresinden erişildi.

1. Çalışma Alanı



Harita 1:Yenice Ormanlarının Lokasyon Haritası.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmada temel olarak uzaktan algılama teknolojileri kullanılmıştır. Yenice orman örtüsü, NDVI ve yüzeysel sıcaklıkların multi-zamansal değişimi Landsat uydu görüntüleri kullanılarak tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan uydu verileri Amerika Birleşik Devletleri Jeolojik Araştırmaları (The United States Geological Survey-USGS) sunucusu üzerinden indirilmiştir. Uydu görüntülerinin işlenebilmesi için Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yazılımı kullanılmıştır.

Çalışma alanı için Landsat 5 TM (Tematik Mapper), Landsat 7 ETM (Enhanced Thematic Mapper Plus) ve Landsat 8 uydu görüntüleri kullanılmıştır. Landsat 5 TM sensörü, 30 metre mekânsal çözünürlüğe sahip 6 adet band ve 120 metre mekânsal çözünürlüğe sahip Thermal Band'a sahiptir. Zamansal çözünürlük 16 gündür. Radyometrik çözünürlük ise 8 bittir. Landsat 7 ETM sensöründe Landsat 5' teki standart 7 Band'a ek olarak 15 metre mekânsal çözünürlüğe sahip pankromatik band eklenmiştir ve Thermal Band'ın çözünürlüğü de 60 m'ye indirilmiştir (Landsat 7 Science Data Users

Handbook). Landsat 8 sensörü ise 11 banda sahiptir. Operasyonel Kara Görüntüsü (Operational Land Imager-OLI) ve Termal Kızılötesi Sensör (Thermal Infrared Sensor-TIRS) olmak üzere iki sensöre sahiptir. OLI, dokuz adet spektral band olarak veri toplamaktadır. Daha önceki geleneksel bantların yanında kıyı/aerosol çalışmaları için derin mavi bandı, sirrus bulutlarının tespiti için kısa dalga infrared band ve bir de kalite değerlendirme bandı içermektedir. TIRS sensörü iki adet termal banda (10 ve 11. band) sahiptir. Bu sensörler 12 bit üzerinde radyometrik çözünürlük sağlamaktadır (Nik İnşaat Ticaret Ltd. Şti). Yeryüzünden 705 km yükseklikte dönmektedir ve zamansal çözünürlük 16 gündür (Tablo 1).

Tablo 1: Landsat Uyduları, Yörüngeye Oturtulma ve Yörüngeden Geri Çekilme Tarihleri.

| Landsat Uyduları | Yörüngeye Oturtulma -Yörüngeden Geri Çekilme |
|------------------|--|
| Landsat 1 | Temmuz 1972- Ocak 1978 |
| Landsat 2 | 22 Ocak 1975-Temmuz 1983 |
| Landsat 3 | Mart 1978- Eylül 1983 |
| Landsat 4 | Temmuz 1982- Aralık 1993 |
| Landsat 5 | Mart 1984- Ocak 2013 |
| Landsat 6 | Ekim 1993 (Yörüngeye ulaşamamıştır) |
| Landsat 7 | Nisan 1999- Günümüz |
| Landsat 8 | Şubat 2013- Günümüz |

Kaynak: USGS

Veri füzyon yöntemi için 07 Nisan 2000, 21 Nisan 2005, 19 Nisan 2010, 19 Mayıs 2015 ve 14 Nisan 2020 tarihlerine ait görüntüler kullanılmıştır. Uydu görüntüleri Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü (DKMP)'nden alınan Yenice orman sınırına göre kesilerek ortak bir koordinat sistemine oturtulmuştur (WGS 84 / UTM zone 36N).

Yenice ormanlarının alansal değişimi için uydu görüntüleri üzerinde bant birleştirme, bant kombinasyonları ve görüntü zenginleştirme işlemleri yapılmıştır. Elde edilen görüntüler üzerinde kontrollü sınıflandırma yapılarak Yenice ormanlarının zamana bağlı olarak alansal değişimi izlenmiştir (Harita 4). Bu sınıflandırma için uydu görüntüleri üzerinde test alanları yani sınıflandırmanın temsil edeceği alanlar belirlenmiştir. Bu test alanlarını;

ormanlık alanlar, ağaçsız alanlar, yerleşim alanları, tarım alanları, çıplak alanlar, su ve taşkın alanları oluşturmaktadır.

Araştırma alanının zamansal ve mekânsal olarak bitki örtüsü yeşilliğini ölçmek ve bitki sağlığındaki değişiklikler değerlendirmek için NDVI uygulanmıştır (Harita 2). Uzaktan Algılama genel olarak, farklı dalga boyundaki mor ötesi ışınlar ile mikrodalga ışınları arasındaki havadan ve uzaydan cisimlerin özelliklerini kaydetme ve inceleme tekniği olarak tanımlanır. Bu ölçümler yapılırken elektromanyetik spektrumda bitki örtüsü indeksi değişimi konumsal ve yıl bazında ölçülmektedir. Uzaktan algılayıcılar, yani sensörler dünya yüzeyi ile etkileşim içinde bulunan elektromanyetik ışınını ölçmektedir. Elektromanyetik ışına her maddenin davranışı farklı olduğu için elektromanyetik ışının yönü, yoğunluğu, dalga boyu içeriği ve kutuplaşması değişik olabilir (Bozkurt, Zontul ve Aslan, 2018). Özellikle günlük uydu verilerinden elde edilen bitki indeks değerleri biyolojik aktivitelerin izlenmesinde ve geniş alanlardaki bitki örtüsünün incelenmesinde birçok bilim adamı tarafından kullanılmaktadır (Yıldız vd, 2012). NDVI, -1 ile +1 arasında değişen aralıkta ifade edilmektedir. Vejetasyonun yoğun olduğu bölgelerde NDVI + 1'e yaklaşırken, bitki örtüsünün seyrek olduğu yerlerde ve çıplak toprakta NDVI değeri +1'den uzaklaşmakta ve sifıra yaklaşmaktadır. NDVI değeri 0.1 ve daha düşükse bu alanlar su veya kayalık, 0.2 ve 0.3 arasındaki alanlar bitki örtüsünün olduğu ama çok zengin olmadığı alanlar, 0.4 ile 1 arasındaki değerler ise zengin bitki örtüsüne sahip alanlar olarak gösterilebilir (Şekertekin, Kutoğlu ve Marangoz, 2015). Bulut, su ve kar gibi farklı nesnelere NDVI indeks değerleri ise -1'e yakındır (Hatfield vd. 1985; Aktrn: Sabuncu ve Özener, 2019). NDVI değerini hesaplamak için aşağıdaki formül kullanılmaktadır.

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$$

NIR ışık spektrumunun yakın kızılötesi dalga boyunu, RED ise kırmızı bölge dalga boyunu, NDVI (birimsiz) ise vejetasyon indeks değerini temsil etmektedir (Anonim, 2018a; Aktaran; Gündoğdu ve Bantchina, 2018). Genellikle sağlıklı bitki örtüsü üzerine düşen yakın kızılötesi ışığın büyük bir bölümünü yansıtır, görünür ışığı ise emer. Sağlıksız ve seyrek bitki örtüsü ise görünen ışığı daha fazla, yakın kızıl ötesini daha az yansıtır (Kavak, Karadoğan ve Özdemir, 2015). Landsat 5 ve 7 uydu görüntülerinin 3. Bandı

kırmızı (RED) ve 4. Bandı yakın kızıl ötesi (NIR) yansımaları içerirken, Landsat-8 OLI uydu görüntülerinin 4. Bandı kırmızı (RED) ve 5. Bandı yakın kızıl ötesi (NIR) yansımaları içermektedir

Yeryüzünden yansıyan ışın miktarı atmosfer, coğrafi konum ve yıl içerisinde geldiği zamana bağlı çeşitli nedenlerden dolayı farklılık göstermekte ve bu sebeple yer yüzeyinin sıcaklığı da sürekli değişmektedir (Polat, 2020). Yer Yüzey Sıcaklığı (YYSS), dünya yüzeyi ve atmosfer arasında enerji değişimini kontrol ettiği için önemli bir parametredir. Buna ek olarak; iklimsel değişim, sayısal hava tahmini, evrensel su döngüsü, kuraklık indeksi, don gibi çoğu çevresel niceliklerin modellenmelerinin geliştirilmesinde kullanılmaktadır (Şahin, Yıldız, Şenkal ve Peştemalcı, 2011). YYSS, önemli bir iklim parametresidir ve özellikle bölgesel iklim değişikliklerinin araştırılması için düzenli olarak izlenmesi önem arz etmektedir (Şekertekin, Kutoğlu, Kaya ve Marangoz, 2015). Uygulamada YYSS haritalarının çıkarımı için Landsat 7 ETM uydusuna ait 14.04.2020 tarihli ve Landsat 8 uydusuna ait 07.04.2020 tarihli uydu görüntülerine ait termal bandlar kullanılmıştır. YYSS'yi hesaplamak için 3 aşama uygulanmıştır. Birinci aşamada atmosfer üstü spektral ışınım değerinin (TOA) parlaklık sıcaklığına dönüşümü hesaplanmıştır. Landsat termal bandları, metaveri (MTL) dosyasındaki parlaklık yeniden ölçeklendirme faktörleri kullanılarak TOA spektral ışınımına dönüştürmüştür.

$$TOA = m * x + b$$

TOA= Atmosfer Üstü Spektral Işınım Değeri

m= Meta Veriden Banda özgü Çarpımsal Yeniden Ölçeklendirme Faktörü

x= Nicelenmiş ve kalibre edilmiş standart ürün piksel değerleri (DN)

b= Banda Özgü İlave Yeniden Ölçekleme Faktörü Meta Veriler

İkinci aşamada, spektral ışınımın kelvin derecesine dönüştürüldüğü aşamadır. Termal bant verileri, MTL dosyasındaki termal sabitler kullanılarak spektral parlaklıktan atmosferin en yüksek parlaklık sıcaklığına dönüştürülmüştür.

$$K_2 = Ln (K_1/TOA_{r+1})$$

K₂ = Meta veriden banda özgü termal dönüşüm sabiti

TOA= Atmosfer Üstü Spektral Işınım Değeri

K_1 = Meta veriden banda özgü termal dönüşüm sabiti

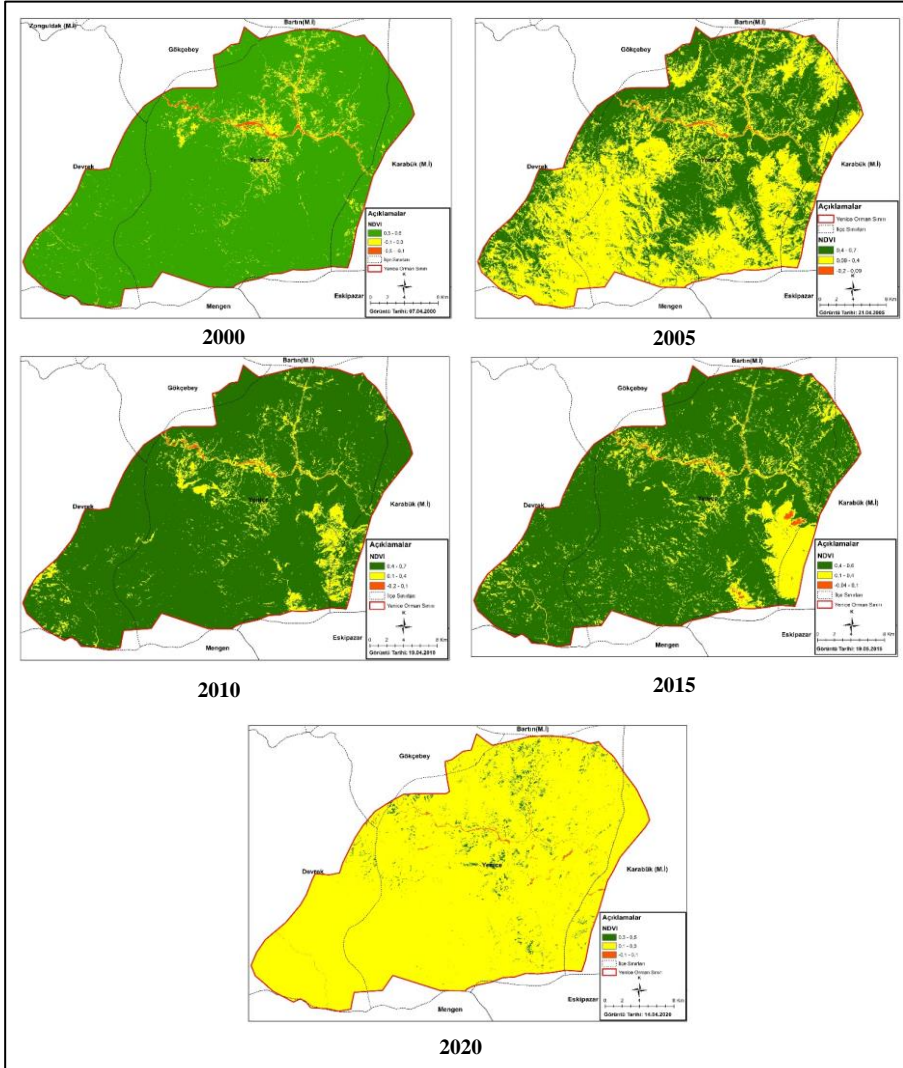
Üçüncü aşamada kelvin derecesi, santigrat dereceye dönüştürülerek YYS haritası elde edilmiştir (Harita 3).

$$K_2 = \text{Ln} (K_1/\text{TOA}_{r+1}) + 273.15^*$$

3. Bulgular

NDVI, YYS ve ormanlık alan hesaplanmalarında belli bir sıra takip edilerek çalışma tamamlanmıştır. Yenice Ormanlarının alansal ve yüzey sıcaklıklarının değişimi ile bitki gelişim indeksi 2000-2020 yılları 5'er yıl aralıkları ile incelenmiştir. Çalışma alanı için Nisan ve Mayıs aylarına ait görüntüler kullanılmıştır. Bu ayların tercih edilmesinin nedeni vejetasyon ve toprağın uyanmaya başladığı ilkbahar dönemi, iklimin zamansal ve mekânsal değişimini tespit etmek için daha hassas ve net sonuçların elde edilmesi için önemli aylardır. Ayrıca Yenice ormanlarının genel olarak nemli ve bulutlu bir iklim karakterine sahip olmasından dolayı veri güvenilirliğini olumlu etkilemesi bakımından bulutluluk miktarının % 0-3 olduğu görüntüler tercih edilmiştir.

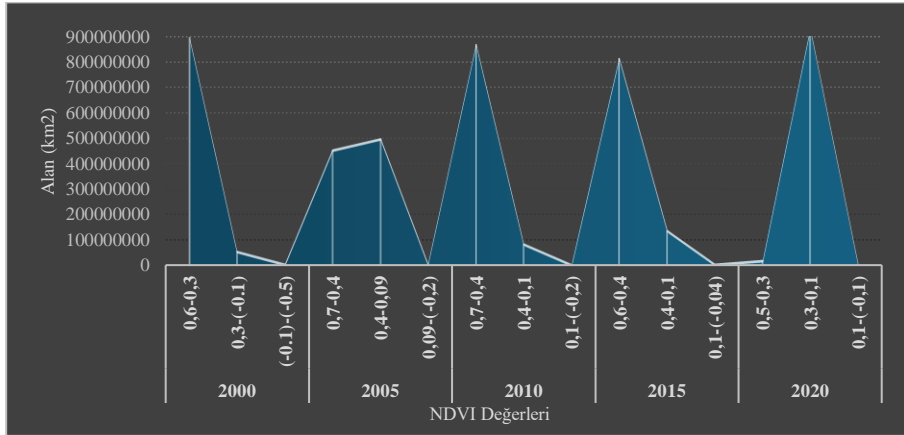
2000-2020 arası 5'er yıl aralıkları ile NDVI analizinin zamansal ve mekânsal değişim haritaları incelendiğinde, en yüksek NDVI değeri 2010 yılının Nisan ayına aittir. Bu değerler 0,7 – 0,4 arasında olup 871,138,087 km² alan kaplamaktadır. En düşük NDVI değerleri ise 2000 yılına aittir. Bu değerler ise (-0,1)- (-0,5) aralığında olup 5,318,126 km² alan kaplamaktadır. Genel olarak 2005 yılına ait NDVI değerlerinde önemli bir düşüş görülmektedir. 2020 yılına ait NDVI değerlerinde ise 0,5 - 0,3 değer aralığındaki alanlarda bir düşüş (20,507,921 km²); 0,3 - 0,1 değer aralığındaki alanlarda ise bir artış (932,881,999 km²) görülmektedir (Harita 2; Tablo 2; Grafik 1).



Harita 2: 2000-2020 5'er Yıl Aralıkları ile NDVI Analizinin Zamansal ve Mekânsal Değişimi.

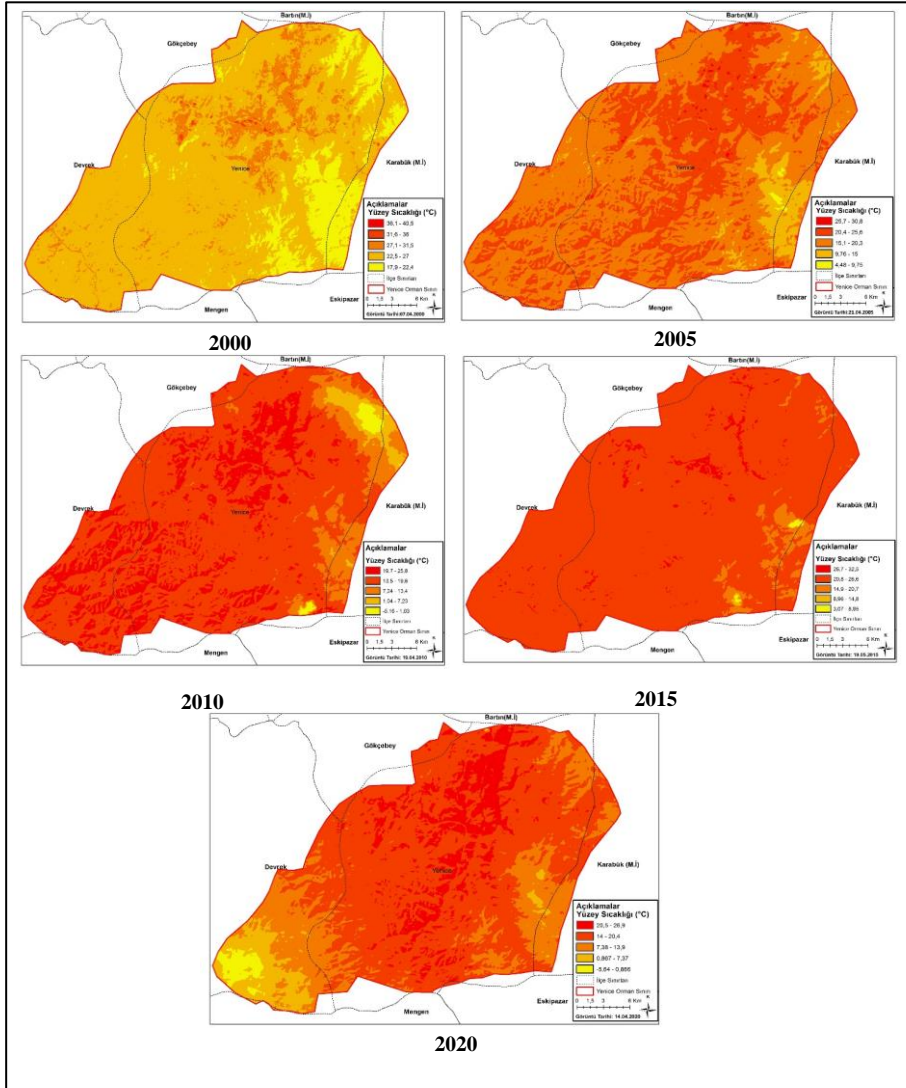
Tablo 2: Yıllara Göre NDVI Değerleri ve Alanları (km²).

| Yıl | NDVI Değeri | Alan (km ²) |
|------|----------------|-------------------------|
| 2000 | 0,6-0,3 | 897.376.333 |
| | 0,3-(-0.1) | 54.998.934 |
| | (-0.1) -(-0.5) | 5.318.126 |
| 2005 | 0,7-0,4 | 454.696.933 |
| | 0,4-0,09 | 498.665.418 |
| | 0,09-(-0,2) | 4.331.042 |
| 2010 | 0,7-0,4 | 871.138.087 |
| | 0,4-0,1 | 83.919.981 |
| | 0,1-(-0,2) | 2.635.325 |
| 2015 | 0,6-0,4 | 815.841.981 |
| | 0,4-0,1 | 136.819.481 |
| | 0,1-(-0,04) | 5.031.931 |
| 2020 | 0,5-0,3 | 20.507.921 |
| | 0,3-0,1 | 932.881.999 |
| | 0,1-(-0,1) | 4.303.473 |

**Grafik 1:** Yıllara Göre NDVI Değerleri ve Alanları (km²).

YYs analizinde en yüksek sıcaklık değerleri 2000 yılına aittir. En düşük YYs değerleri ise 2020 yılına aittir. YYs haritalarına göre; 2000 yılının Nisan ayında 22,4 -26,9 °C; 2005 yılının Nisan ayında 15-20 °C, 2010 yılının Nisan ayında 13-19 °C; 2015 yılının Mayıs ayında 20,7 -26,5 °C; 2020 yılının Nisan ayında ise 13,8 – 20,3 °C sıcaklık değerlerine sahip alanların fazla olduğu

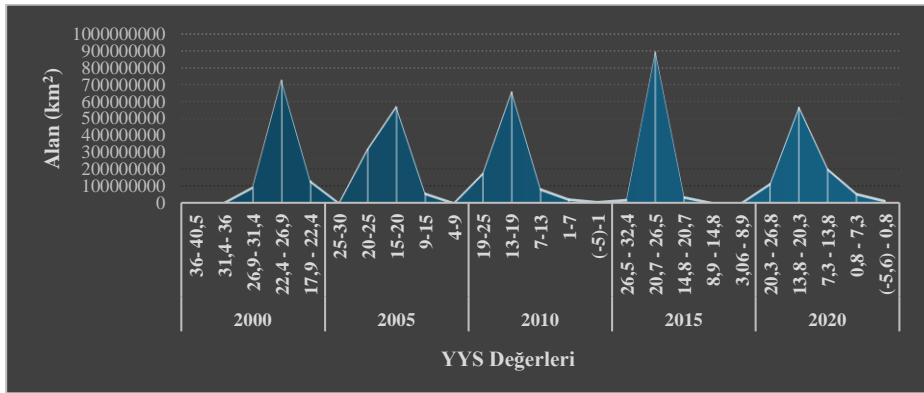
ortaya konulmuştur. 2010 ve 2020 yıllarında Nisan ayında yüzey sıcaklıkları eksili değerlere düşmüştür (sırasıyla -5°C ve -6°C) (Harita 3; Tablo 3; Grafik 2).



Harita 3: 2000-2020 5'er Yıl Aralıkları ile Yeryüzü Sıcaklıklarının Zamansal ve Mekânsal Değişimi.

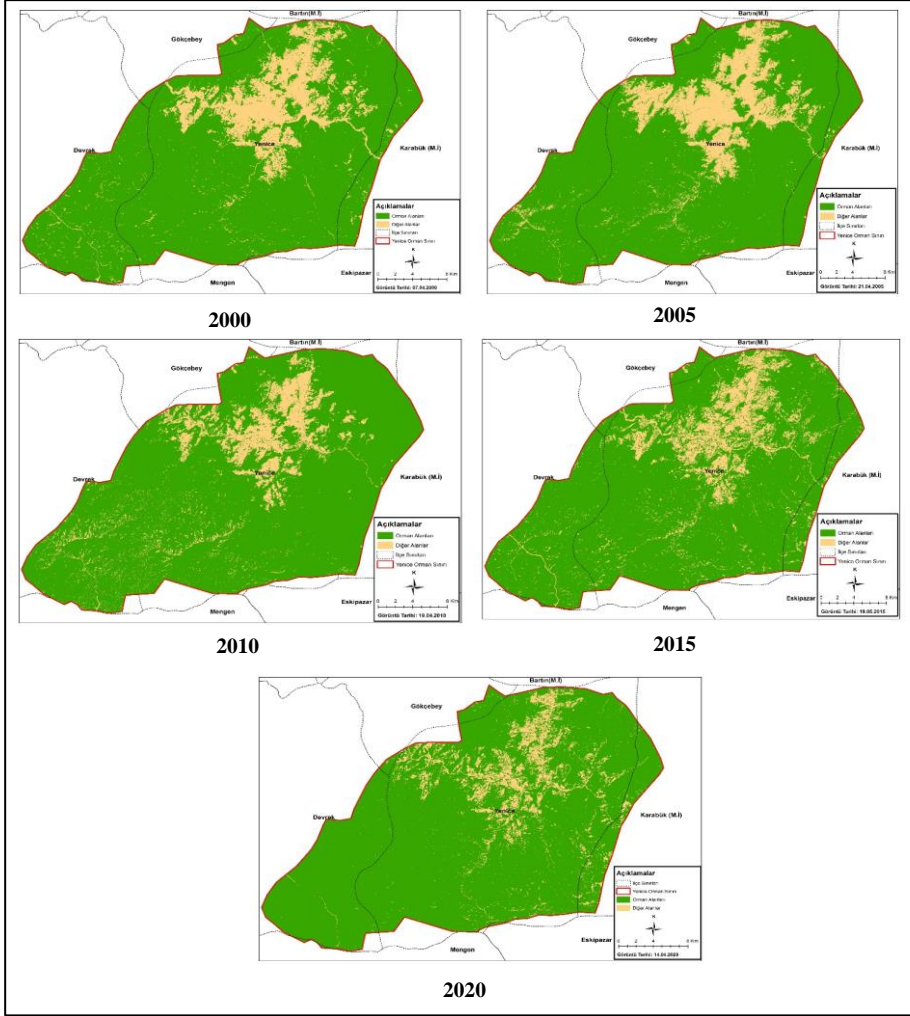
Tablo 3: Yıllara Göre YYS Değerleri ve Alanları (km²).

| Yıl | YYS Değerleri | Alan (km ²) |
|------|---------------|-------------------------|
| 2000 | 36- 40,5 | 0,08555 |
| | 31,4- 36 | 2.812.714 |
| | 26,9- 31,4 | 93.246.888 |
| | 22,4 - 26,9 | 728.454.333 |
| | 17,9 - 22,4 | 133.042.695 |
| 2005 | 25-30 | 3.445.543 |
| | 20-25 | 320.120.933 |
| | 15-20 | 572.869.237 |
| | 9-15 | 59.102.948 |
| | 4-9 | 2.017.969 |
| 2010 | 19-25 | 176.929.497 |
| | 13-19 | 661.198.494 |
| | 7-13 | 85.299.895 |
| | 1-7 | 25.042.352 |
| | (-5)-1 | 9.086.392 |
| 2015 | 26,5 - 32,4 | 21.503.639 |
| | 20,7 - 26,5 | 896.708.383 |
| | 14,8 - 20,7 | 36.728.951 |
| | 8,9 - 14,8 | 1.331.025 |
| | 3,06 - 8,9 | 1.284.632 |
| 2020 | 20,3 - 26,8 | 114.686.627 |
| | 13,8 - 20,3 | 569.565.810 |
| | 7,3 - 13,8 | 202.460.387 |
| | 0,8 - 7,3 | 55.389.545 |
| | (-5,6) - 0,8 | 15.454.261 |

**Grafik 2:** Yıllara Göre YYS Değerleri ve Alanları (km²).

Yenice ormanları alansal dağılımının zamansal serisinde 2000-2020 yılları arasında genel olarak artış görülmektedir (Harita 4). En fazla alansal genişleme ise 2010 yılında olup ve 840,395,053 km²'ye ulaşmıştır. Yenice

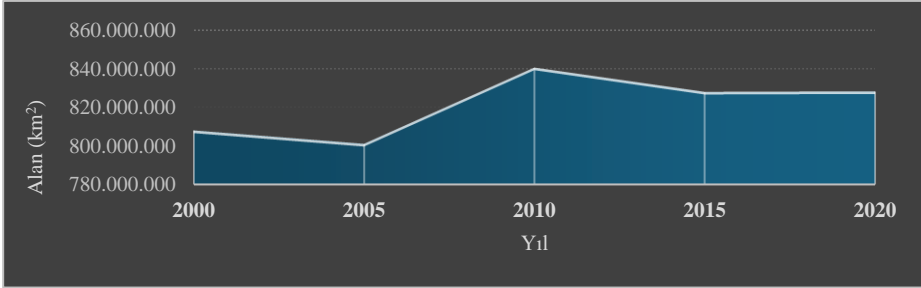
ormanlarının alansal büyümesinde 2005 yılından itibaren WWF-Türkiye, Dünya'ya Armağanlar Projesi kapsamında, geniş bir koruma alanı olması için yapılan çalışmalar etkili olmuştur (Harita 4; Tablo 4; Grafik 3).



Harita 4: Yıllara Göre Orman Alanlarının Değişimi.

Tablo 4: Yıllara Göre Orman Alanlarının Değişimi (km²).

| Yıl | Alan (km ²) |
|------|-------------------------|
| 2000 | 807.929.072 |
| 2005 | 800.948.505 |
| 2010 | 840.395.053 |
| 2015 | 827.869.274 |
| 2020 | 828.280.256 |

**Grafik 3:** Yıllara Göre Orman Alanlarının Değişimi (km²).

4. Sonuç, Tartışma ve Öneri

Ormanlık alanlar, her geçen gün çevresel, iklimik ve insan kaynaklı nedenlerden dolayı zarar görmektedir. Bunun sonucunda buralarda depolanan karbon, atmosfere geri verilerek küresel ve bölgesel ölçekte hava sıcaklığının artmasına, canlı yaşamının olumsuz etkilenmesine neden olan/olacak önemli riskler oluşturmaktadır. Bu riskler göz önünde bulundurularak çalışmada Yenice ormanlarındaki zamansal sınır değişikliğinin yüzey sıcaklığı ve NDVI değerleri üzerindeki etkisi ortaya konulup lokal olarak meydana gelen sıcaklık değişimleri gözlenmiştir.

Genel olarak NDVI indeksi ve YYS değerlendirildiğinde; açık alanlarda yani Yenice Çayı ve kollarının oluşturduğu vadi çevresindeki yerleşme alanları, ağaçsız boş araziler ve tarım alanlarında YYS değerlerinin yüksek, NDVI değerlerinin düşük; bitki örtüsü ile kaplı ormanlık alanlarda YYS değerlerinin düşük NDVI değerlerinin yüksek değere sahip olduğu gözlenmiştir.

Özellikle 2000 yılına ait YYS ve NDVI değerleri, incelenen diğer yıllar ile karşılaştırıldığında önemli farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Bu tarihe ait uydu görüntüsü üzerinde yapılan kontrollü sınıflandırma sonucunda

incelenen yıllara göre bitki örtüsünün seyrek olduğu ya da hiç olmadığı alanların daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır. YYS değeri bu alanlarda 40 °C'ye kadar çıkmıştır. Bitki örtüsü ile kaplı alanlarda bile YYS değerleri 17,9 – 27,1 °C arasındadır. 2000 yılındaki bu göstergeler ilkbahar döneminin diğer tarihlere göre daha sıcak olduğunun önemli bir kanıtıdır. NDVI değerlerinin çoğunlukla 0,3 - 0,4 arasında olması, ormanın zengin ve sağlıklı olduğunu göstermektedir. Fakat 2000 yılında ormanlık alanlarda yüksek olan NDVI değerleri, 2005 yılında 0,09 - 0,4 ve 2020 yılında 0,1 - 0,3'e kadar düşmüştür. YYS değerleri ise 2005'ten 2020 yılına kadar genel bir düşme eğilimi göstermiştir. 2010 ve 2015 tarihlerinde NDVI değerlerinde büyük bir değişiklik olmamıştır.

Bu bilgiler doğrultusunda Yenice ormanlarında;

- 2005 yılından 2020 yılına kadar orman sınırının veya bitki örtüsü ile kaplı alanların genişlediği,
- NDVI değerlerinin 2005 yılı dışında 2020 yılına doğru genel bir düşüş gösterdiği,
- YYS değerlerinin 2000'den 2020 yılına doğru genel bir düşme eğilimi gösterdiği,
- Bitki örtüsü ile kaplı araziler ile açık alanlar arasında YYS ve NDVI değerleri arasında büyük farklılıkların olduğu,
- İlkbahar dönemdeki sıcaklıkların zamanla azaldığı ve bu durumun bitki ve toprağın uyanmasını yani fenolojik süreci geciktirdiği, bunun sonucunda ise bitki gelişim durumunu gösteren NDVI değerlerinin düştüğü,
- Orman sınırındaki değişimin YYS ve NDVI değerlerini etkileyerek iklimde değişikliğe neden olabileceği,
- Önemli karbon deposu olan ormanların genişlemesi atmosferde bulunan CO₂ konsantrasyonunu düşürmüş olabileceği,
- WWF-Türkiye kapsamında Yenice ormanlarının sürdürülebildiği üzerine yapılan çalışmaların etkili olduğu,

sonucuna ulaşılmıştır.

Uydu tabanlı uzaktan algılama sistemleri kullanılarak; orman yangınları (Arıcak, Enez ve Küçük, 2012; Yavuz ve Sağlam, 2012; Dilekçi, Marangoz ve Ateşoğlu, 2021; Toprak ve Taşoğlu, 2022; Toprak, Taşoğlu ve

Öztürk, 2022); yer yüzeyi sıcaklıkları (Başar, 2008; Şahin, Yıldız, Şenkal ve Peştemalcı, 2011; Yılmaz, 2015; Khorrami ve Gündüz, 2019; Sabuncu ve Özener, 2019; Akyürek, 2020; Polat, 2020), arazi kullanımı ve değişikliği (Özgül, 2003; Dengiz ve Turan, 2014; Göksel, Balçık, Keskin ve Çelik, 2016; Kayahan, 2020), tarımsal ürünlerin izlenmesi (Caf, 2019; Tuğaç, Torunlar, Karakurt ve Aydoğan, 2019), NDVI analizleri (Yıldız, Mermer, Ünal ve Akbaş, 2012; Bozkurt, Zontul ve Aslan, 2018; Gündoğdu, ve Bantchina, 2018; Kavak, Özdemir, Karadoğan ve Yılmaz, 2015) üzerine çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Geniş ölçekte bakıldığında ormanların iklim üzerindeki etkisinin gözlenmesinde etkili bir araç olan uzaktan algılama teknolojisi bilimsel araştırmalarda yaygın bir şekilde kullanılmamıştır. İklim değişikliği ile mücadelede etkin rol oynayan ormanların, sürdürülebilirliği ve yönetimi için bu tür çalışmaların yaygınlaşması önemlidir.

Türkiye’de ormanların yüzey sıcaklıklarının artıp azalmasında etkisi büyüktür. Önemli bir sera gazı olan ve sıcaklık değişimleri üzerinde önemli bir etkisi bulunan karbondioksit, fotosentez yoluyla biyotik ortama girerek karbonun atmosferden uzaklaştırılmasını sağlamaktadır. Bu yüzden önemli karbon yutağı olan ormanların arttırılması ve ormansızlaşmanın önüne geçilmesi gerekmektedir.

THE EFFECT OF FOREST BOUNDARY CHANGE ON NORMALIZED VEGETATION INDEX (NDVI) AND LAND SURFACE TEMPERATURES (LST): IN THE CASE OF YENICE FORESTS

Abstract

When the effect of the change in the Yenice forest boundary on the the temporal variation of Normalized Vegetation Index (NDVI) and the effect on the surface was examined and the effect on the climate was found in this, Landsat satellite. Geographical Information Systems (GIS) software was used to process satellite images NDVI values with satellite images has been revealed.. Surface temperature models were produced from thermal bands of satellite images and the differences in surface temperature over many years were analyzed. The change in the forest boundary according to the land cover created by the controlled classification method has been revealed. The scope of the study consists of Yenice forests and the scope of the subject consists of the impact of forest cover change on climate change. The aim of the study is to examine the spatial and temporal changes of Yenice forests using remote sensing technologies and to reveal their effects on climate change. As a result of the work done; It was revealed that the forest boundary expanded over time, and surface temperature and NDVI values decreased over time. It has been concluded that the decrease in surface temperatures affects the biological and chemical activities in the soil, delaying the awakening of the plant and soil, namely the phenological process, and as a result, it reduces the NDVI values indicating the plant growth state.

Keywords: Yenice Forests, NDVI, YYS, LTS, Climate Change

KAYNAKÇA

- Atmış, E. (2017). *Ormansızlaşmaya ilişkin düzenlemeler (Regulations on deforestation). Uluslararası çevre rejimleri kitabı (Book of international environment regimes)*. Dora Publishing, sf: 297-329.
- Atmış, E. (2021). Türkiye'de Ormansızlaşmanın Gerçek Boyutları. 3. Uluslararası Tarım ve Gıda Etiği Kongresi, Kongre Kitabı, sf: 58-63.
- Bozkurt, N. E., Zontul, M., ve Aslan, Z. (2018). Uydu verilerine dayalı olarak bitki örtüsü analizi. *AURUM Mühendislik Sistemleri ve Mimarlık Dergisi*, 2(1), 75-82.
- Coşkun, S., (2020). *Karabük çevresinin vejetasyon ekolojisi ve sınıflandırılması*. Ankara: İksad Publishing House.
- Gündoğdu, K. S. ve Bantchina, B. B. (2018). Landsat uydu görüntülerinden NDVI değer dağılımının parsel bazlı değerlendirilmesi. Uludağ Üniversitesi ziraat fakültesi çiftlik arazisi örneği. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(2), 45-53.
- Hatfield, J. L., Kanemasu, E. T., Asrar, G., Jackson, R. D., Pinter Jr, P. J., Reginato, R. J., and Idso, S. B. (1985). Leaf-Area estimates from spectral measurements over various planting dates of wheat. *International Journal of Remote Sensing*, 6(1), 167-175.
- IPCC, 2013. Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Erişim Tarihi: 12.12.2022, https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WG1AR5_Summary_Volume_FINAL.pdf
- Kavak, M. T., Özdemir, G., Karadoğan, S. ve Yılmaz, A. (2015). Uzaktan algılama yöntemleri kullanılarak Diyarbakır ilinin 20 yıl için bitki örtüsündeki değişimin incelenmesi. *29. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi*, Diyarbakır.
- Öztekinci, M. (2020). *Yenice sıcak noktası: ekolojisi ve sürdürülebilirliği*. Ankara: İksad Publishing House.

- Polat, N. (2020). Mardin ilinde uzun yıllar yer yüzey sıcaklığı değişiminin incelenmesi. *Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi*, 2(1), 10-15.
- Sabuncu, A., ve Özener, H. (2019). Uzaktan algılama teknikleri ile yanmış alanların tespiti: İzmir Seferihisar orman yangını örneği. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 5(2), 317-326.
- Sevimler, İ. (2017). Uzaktan algılama verileri ve coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak doğal alan haritalaması (Karabük ili örneği). Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın.
- Şahin, M., Yıldız, B. Y., Şenkal, O., ve Peştemalçı, V. (2011). Uydu verileri kullanılarak izmir şehir merkezinin yer yüzey sıcaklığının tahmini. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen-Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 15(1), 36-45.
- Şekertekin, A, İ., Kutoğlu, Ş,H. ve Marangoz, A, M. (2015). Uzaktan algılama teknolojisi ve uydu görüntüleri yardımıyla önemli çevresel (su ve kara yüzeyi) etkilerin gözlemlenmesi. *Karaelmas Fen ve Müh. Dergisi*, 5(2),105-112.
- Simula, M., & Mansur, E. (2011). A global challenge needing local response. *Unasylva*, 62(2), 238.
- Tolunay, D. (2017). *Dünyada ve Türkiye’de ormansızlaşma. içinde ormancılık politikaları ve orman köylülerinin durumu*. Cumhuriyet Halk Partisi Yayınları, Muğla.
- Toprak, F. ve Taşoğlu, E. (2022). Muğla İli’nin shannon entropi indeksine göre orman yangını duyarlılık analizi. *Uluslararası Coğrafya Eğitimi Kongresi*, Karabük, Kongre Özetler Kitabı, sf: 287-290
- Toprak, F., Taşoğlu, E. ve Öztürk, A. (2022). Anamur’da 2000-2020 yılları arasında meydana gelen orman yangınlarının incelenmesi ve yangın duyarlılık haritasının üretilmesi. *Uluslararası Coğrafya Eğitimi Kongresi*, Karabük, Kongre Özetler Kitabı, sf: 301-304
- Yıldız, H., Mermer, A., Ünal, E., ve Akbaş, F. (2012). Türkiye bitki örtüsünün NDVI verileri ile zamansal ve mekansal analizi. tarla bitkileri. *Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 21(2), 50-56.

9. BÖLÜM

SİLİFKE İLÇESİNDE ORMAN YANGINI DUYARLILIĞININ ANALİTİK HİYERARŞİ YÖNTEMİ (AHP) İLE BELİRLENMESİ

Doktorant Nigar CANBULAT²¹

Dr. Onur CANBULAT²²

Amaçlar

- Silifke ilçesinde orman yangını duyarlılığını belirlemek
- Silifke ilçesinde yangına duyarlı alanların coğrafi özelliklerini ortaya koymak
- Silifke ilçesinde orman örtüsünün korunması için alınacak önlemlere katkı sağlamak

²¹ Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Karabük, Türkiye.
nigarcanbulat@gmail.com, ORCID: 0009-0002-7554-8719.

²² Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Karabük, Türkiye.
onurcanbulat25@gmail.com, ORCID: 0000-0002-9269-4219.

GİRİŞ

Yenilenebilir doğal kaynaklar içerisinde yer alan ormanlar, biyoçeşitliliğin devamlılığında etkin rol alan karasal ekosistemlerdendir. Ormanlar, atmosferin ve hidrosferin sürdürülebilirliğini sağlayarak, karasal flora ve fauna aleminin yaşam alanını oluşturmaktadır (Ahammad, Stacey ve Sunderland, 2019; Sorge, Mann, Schleyer, Loft, Spacek, Hernández-Morcillo ve Kluvankova, 2022). Ormanları kapsayan doğal kaynaklar, küresel iklim değişikliği ve antropojenik etkiler sebebiyle risk altındadır (Resco de Dios, Hedo, Cunill Camprubí, Thapa, Martínez del Castillo, Martínez de Aragón, Bonet, Balaguer-Romano, Díaz-Sierra, Yebra, ve Boer 2021). Bu riskler arasında orman örtüsüne büyük zararlar veren orman yangınları da yer alır (Burrell, Sun, Baxter, Kukavskaya, Zhila, Shestakova, Rogers, Kaduk ve Barrett, 2022). İklim değişikliğine bağlı olarak sıcaklık ortalamalarında meydana gelen artışlar sonucunda Akdeniz havzasının içinde bulunduğu saha, orman yangınları açısından daha riskli hale gelmiştir (Vilà-Cabrera, Coll, Martínez-Vilalta ve Retana, 2018). Artan sıcaklık ortalamaları, zaman içerisinde orman tabanında biriken yanıcı yükün varlığı ile yangınlar için uygun zemin oluşturmaktadır. Neticede önemli bir biyorezerv alanı olan ormanlar bu durumdan olumsuz etkilenmektedir (Şengönül, 1985).

Orman yangınları, küresel ve yerel ölçekte ormanların sürdürülebilirliğini etkileyen biyolojik kökenli afetler arasındadır (Koshurnikova, Verkhovets, Antamoshkina, Trofimova, Zlenko, ve Zhuikov, 2015). Orman yangınlarının meydana gelmesinin nedenleri iki şekilde sınıflandırılır. Yıldırım düşmesi, yüksek sıcaklıklar ve sıcak hava dalgaları, kurutucu etkiye sahip nem içeriği düşük rüzgârların varlığı doğal faktörleri oluştururken; insanların kasıtlı ve kasıtsız davranışları beşeri faktörleri meydana getirmektedir (Abay, Sözyay, Şahin, Temel, Tarhan, ve Mihçioğur, 2022; Doğanay ve Doğanay, 2011).

Orman yangınları tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de ormanların sürekliliğini tehdit eder. Ayrıca her yıl binlerce hektarlık orman alanlarının yok oluşu ülkelere ekolojik, ekonomik ve kültürel açıdan büyük kayıplar yaşatır (Rodríguez y Silva, Ramón Molina, González-Cabán, ve Machuca, 2012). Dünyada orman yangınlarının büyük bir bölümü Akdeniz havzası, Avustralya, Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada'da meydana gelir.

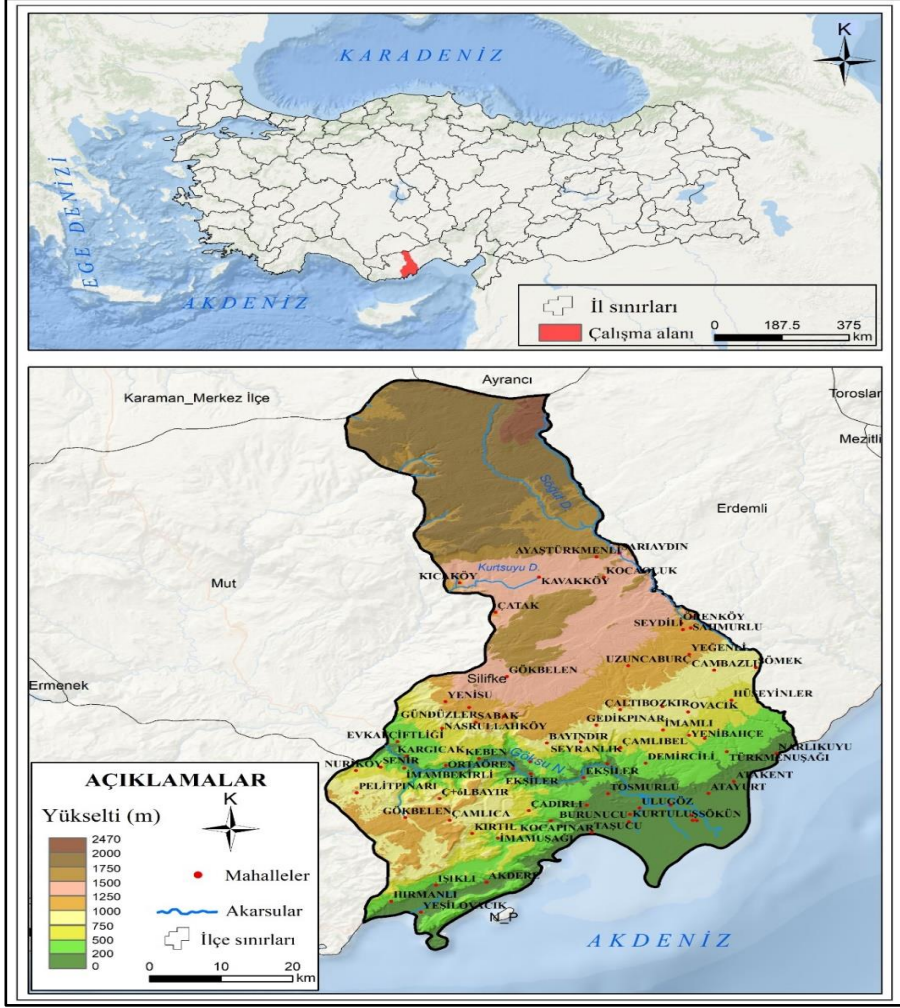
Akdeniz havzasında yer alan Türkiye'de özellikle Akdeniz ve Ege Bölgesi'nde orman yangınlarının yaşanma sıklığı daha fazladır (Abujayyab, Kassem, Khan, Wazirali, Coşkun, Taşoğlu, Öztürk, ve Toprak, 2022; Taşoğlu, Toprak ve Öztürk, 2022). Orman Genel Müdürlüğü risk alanlarını, mekânsal hassaslık derecesi olarak beş farklı düzeyde değerlendirmektedir. Belirlenen sınıflarda Mersin Orman Bölge Müdürlüğü'ne ait tüm işletmeler en tehlikeli kategoride yer almaktadır (Duran, 2014). Sahanın hassasiyeti dikkate alınarak, Mersin ilinin Silifke ilçesi araştırma alanı olarak belirlenmiştir.

Ormanlık sahalarda yangın risk duyarlılığının birçok coğrafi parametre (eğim, bakı, yola ve yerleşime olan mesafe vb.) kullanılarak değerlendirilmesi gerekir. Orman yangınlarının % 88'i beşeri kaynaklıdır (TOD, 2020b). Ancak yangınların çıkışına ortam hazırlayan fiziki faktörlerin de göz ardı edilmemesi gerekir. Yangınların çıkışında etkisi olduğu düşünülen ve araştırmalarda sıkça kullanılan tüm faktörler tespit edilerek, Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHS) ile analiz edilmektedir. Bu yöntem ilgili sahadaki yangın risk duyarlılığının belirlenmesini sağlar. Yangın duyarlılığın belirlenmesinde lojistik regresyon, analitik hiyerarşi yöntemi, karar ağacı, yapay zeka algoritmaları gibi birçok farklı yöntem kullanılmaktadır (Atmaca, Derakhshandeh, Pekkan, Özenen, Tunca ve Cabuk, 2022; Beşli ve Tenekeci, 2020; Dilekçi, Marangoz, ve Ateşoğlu, 2021). Analitik hiyerarşi yöntemi parametrelerin ikili karşılaştırılmasına, alt kriterlerin analize dahil edilmesine imkân tanıdığı için akademik çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada coğrafi parametrelerin 8 tanesi kullanılmıştır. Bu parametreler orman yangınlarında etkili olduğu düşünülen yüzey sıcaklığı (LST), NDVI (Normalize Edilmiş Bitki Örtüsü Fark İndeksi), yükselti, eğim, bakı, köylere uzaklık, arazi kullanım özellikleri ve yollara uzaklıktır. Araştırmanın amacı, sağladığı ekonomik faydalardan öte doğal ortamın en önemli parçalarından biri olan orman örtüsünün yangın duyarlılığını Silifke ilçesinde ortaya koymak ve alınacak önlemlere katkı sağlamaktır.

1. Çalışma Alanı

Silifke ilçesi, Akdeniz Bölgesi'nde yer alan Mersin iline bağlı yerleşmelerden biridir. Batısında Mut ve Gülnar, güneyinde Akdeniz, doğusunda Erdemli, kuzeyinde ise Karaman ili bulunur (Harita 1). İlçe

merkezi yaklaşık olarak $36^{\circ} 22' 33''$ kuzey enlemi ve $33^{\circ} 55' 29''$ boylamında yer almaktadır.



Harita 1: Silifke İlçesi Lokasyon Haritası.

İlçe arazisi genel olarak akarsular tarafından parçalanmıştır. Batı-doğu yönünde uzanan dağların yükseltisi kuzeye doğru artar. Dökük Tepesi (2100 m) ve Sarıkaya (1990 m) araştırma sahasının en yüksek noktalarını oluşturur. Alçak ve yüksek platoları oluşturan aşınım yüzeyleri, dağlar ve Göksu Irmağı'nın oluşturduğu Silifke Deltası ana yer şekilleridir (Saribaş ve Pınar, 2013; Saribaş, 2009). İlçede dağlar en fazla alanı kaplar. Alt Miosen araziler

daha yaygın olsa da, bütün jeolojik zamanlara ait formasyonlar görülmektedir (Şimsek, 2021). Karstik kayaçların ve şekillerin yaygın olduğu ilçe toprakları, Orta Torosların bir parçasıdır (Buldur, Başaran ve Pinar, 2007). Sahada Akdeniz iklimi etkili olmaktadır. Ancak yükseltinin arttığı kuzey kesimlerde daha sert şartlar görülür. Ortalama sıcaklık 19°C iken, yıllık toplam yağış yaklaşık 572 mm'dir (Yasdıman, Gönençgil ve Tokgözlü, 2019). Akdeniz ikliminin etkisine bağlı olarak sahada kırmızı topraklar daha yaygındır. Delta ovasında alüvyal, dağlık alanlarda ise kahverengi orman toprakları görülür. Kızılçam ormanları ve makiler ilçenin ana bitki örtüsü oluşturur. Yüksek alanlarda iklim şartlarındaki değişiklikten bitki örtüsü de etkilenir (Bağcı ve Topal, 2022). Kızılçamın yerini karaçam, sedir ve göknar ağaçları alır. Orman Genel Müdürlüğü'ne göre kızılçam ve makilik alanlar birinci derecede hassas grupta değerlendirilir. Sahada orman varlığı, sahil kuşağından başlayıp yaklaşık 1500 m yüksekliğe kadar devam eder. Makiler ise 1000 m'ye kadar yoğun bir yayılış gösterir. Bu veriler doğrultusunda yangın riski yüksek arazilerin, orman ve makilerin yayılış gösterdiği 0-1500 m arasında yoğunlaşacağı söylenebilir. Ayrıca göknar gibi küçük ibrelili, saf iğne yapraklı örtülerde; yanıcı yükteki gözenekliliğin az oluşu ve örtü tabakasındaki sıkışık yapı yangının çıkışı ve yayılışını güçleştirir. Çam türlerinde ise uzun ibrelili yapı yangına müsait havadar bir ölü örtü tabakası oluşturmaktadır (Bilgili, 1998b). Arazide kızılçamlar sahil kuşağından yaklaşık 1000-1200 m'lere kadar yayılış göstermektedir. Daha yüksek alanlarda ise diğer ağaç grupları yer alır. Formasyondaki bu dağılışı ise kızılçamın yayılış gösterdiği yükselti aralıklarının daha duyarlı hale getirmektedir. Araştırma sahası orman yangınlarının daha yaygın olarak görüldüğü yaz aylarında sıcak ve kuru bir zaman dilimi yaşamaktadır (Abujayyab vd., 2022). Karasal ve denizel etkiye sahip tropikal hava kütleleri bu süre boyunca ilçeyi etkisi altına alır (Özfidaner, Şapolyo ve Topaloğlu, 2018). En yüksek sıcaklık ortalaması 27,9 °C ile ağustos ayına aittir. Temmuz ise 27,8 °C ile en sıcak ikinci aydır. Bu iki ay aynı zamanda güneşlenme süresinin en fazla, yağış miktarının en az olduğu dönemdir. Bu özelliklerinden dolayı orman yangın riski bu aylarda daha fazladır.

2. Materyal ve Metot

Çalışma sahasına ait yangın risk analizi, Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierarchy Process) kullanılarak gerçekleştirilmiş ve ArcGIS 10.4 programı ile haritalanmıştır. AHS, uzman görüşüne bağlı olarak uygulanan Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerindedir (Mardani, Jusoh, MD Nor, Khalifah, Zakwan ve Valipour, 2015; Zlaugotne, Zihare, Balode, Kalnbaļķīte, Khabdullin, ve Blumberga, 2020). Birçok parametre ve alt kriterin varlığı durumunda araştırmacıya en uygun seçeneği tespit etme imkânı sunmaktadır (Saaty, 1988). Coğrafi araştırmalarda doğal afet risk analizleri, tarımsal üretim, uygunluk analizleri ve seçimi gibi birçok alanda kullanılır (Abdelkarim, Al-Alola, Alogayell, Mohamed, Alkadi, ve Ismail, 2020; Parry, Ganaie ve Sultan Bhat, 2018). Yöntem, kullanılan parametrelerin ikili olarak karşılaştırılmasına ve önem seviyesine göre öncelik verilmesine dayanır. AHS'de işlem basamakları; problemin, parametrelerin ve alt kriterlerin belirlenmesi, hiyerarşik düzenin oluşturulması, parametrelerin ikili olarak karşılaştırılması, ağırlık oranlarının belirlenmesi ve tutarlılık oranının hesaplanması şeklinde sıralanmaktadır. İkili karşılaştırma, parametrelerin önem düzeylerinin belirlenmesi için yapılır. Sonuçta ortaya çıkan ağırlık oranları hesaplama işlemi için kullanılmaktadır. Parametrelerin ikili karşılaştırılması sırasında önem düzeyine göre 1-9 arasında ölçeklendirme yapılır (Tablo 1; Saaty, 2008).

Tablo 1: Parametrelerin İkili Karşılaştırılmasında Dikkate Alınan Önem Çizelgesi.

| Önem Derecesi | Açıklama |
|---------------|--|
| 1 | Aynı düzeyde öneme sahip |
| 3 | Orta düzeyde önemli |
| 5 | Yüksek düzeyde önemli |
| 7 | Çok yüksek öneme sahip |
| 9 | Aşırı düzeyde önemli |
| 2, 4, 6, 8 | Bir önceki ve sonraki önem derecesi arasında |

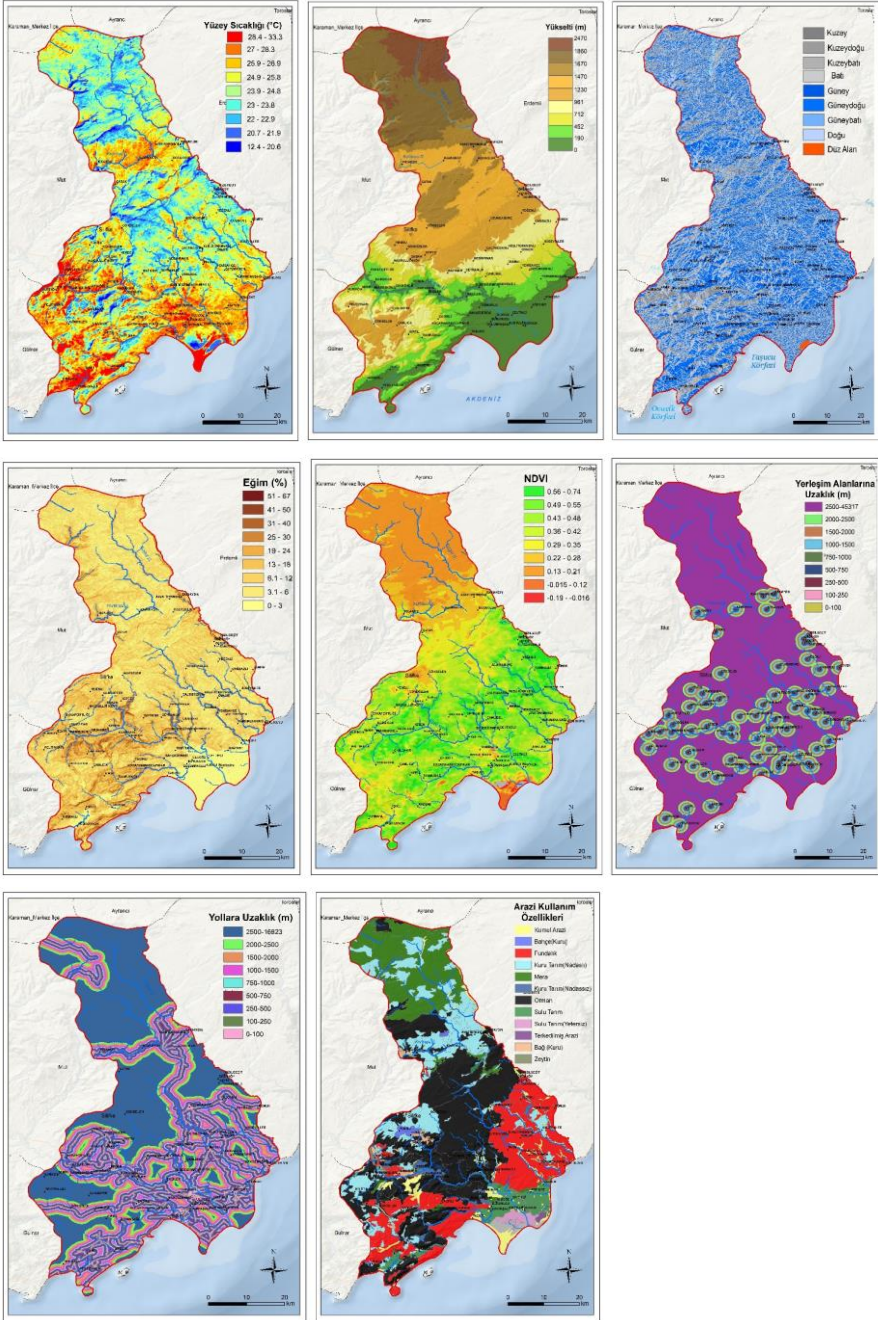
Parametrelerin ikili karşılaştırılması sonucunda, tutarlılık indeksi (CI, consistency indeks) ve tutarlılık oranı (CR, consistency ratio) elde edilmektedir (Formül 1 ve 2)

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (1)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2)$$

'RI' (random indeks) rastgele indeksi ifade etmektedir. 'n' karşılaştırma matrisinin boyutudur. λ_{max} ve n değerinin aynı olması, yapılan analizin tutarlı olduğunu gösterir. Sonuçta, CI değerinin sıfıra yakınlığı, analizin tutarlılığını artırır. Tutarlılık oranının (CR) %10'dan daha az olması, analizin aynı zamanda geçerli olduğu anlamına gelir (Fillianie, Sorooshian ve Fatimah, 2016).

Araştırmada literatüre bağlı olarak orman yangınlarında etkili olduğu düşünülen yüzey sıcaklığı, NDVI, yükselti, eğim, bakı, köylere uzaklık, arazi kullanım özellikleri, yollara uzaklık olmak üzere sekiz parametre kullanılmıştır (Harita 2). Yüzey sıcaklığı uydu verilerine bağlı olarak hesaplanır. Yüksek değerlerin görüldüğü alanlarda yangın riski daha fazladır. Topoğrafik özellikler (yükselti, eğim, bakı) sahip olunan şartlara göre yangınlara etki etmektedir. Örneğin güney bakılı yamaçlar daha yüksek sıcaklık ortalamalarına sahiptir. Bu durum orman yükünü daha nemsiz ve kuru hale getirir. Eğim arazinin güneş ışınlarını alışı açısını etkiler. Yükselti hem sıcaklık ve yağış özellikleri hem de bitki örtüsünün dağılışı üzerinde etkilidir. NDVI, arazideki bitki varlığını ve sağlık durumunu gösterir. Bir anlamda yangına kaynaklık edecek bitkileri ifade eder. Orman yangınlarının %88'inin insan kaynaklı meydana geldiği düşünüldüğünde arazinin genelinde yerleşme ve yollara uzaklık parametreleri insan etkisinin analize dahil edilmesinde önemli faktörlerdir.



Harita 2: Risk Analizinde Kullanılan Parametreler.

Yüzey sıcaklıkları, Landsat 8 uydu verilerinden elde edilmiştir. 2013-2022 yılları arasındaki ortalama değerleri ifade eder. 30 metre mekânsal çözünürlüğe sahiptir. NDVI değerleri, Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS-Terra) uydu verilerine bağlı olarak hesaplanmıştır ve 250 metre çözünürlüktedir. Her iki veri grubunun hesaplanmasında Google Earth Engine (GEE) bulut işletim sistemi kullanılmıştır. GEE, geniş alanlarda veri indirme zorunluluğunu ortadan kaldırarak araştırmacılara büyük kolaylık sağlamaktadır. Veri kütüphanesinde iklim, bitki örtüsü, arazi özellikleri, toprak, nüfus, jeolojik yapı, aerosol ve gazlara ait birçok tür barındırmaktadır (Mutanga ve Kumar, 2019). Eğim ve bakı parametreleri sayısal yükselti modelinden türetilmiştir. Hem eğim hem de yükselti faktörlerinin sınıflandırılmasında kullanılan yöntem özellikleri, parametrelerin sıcaklık, bitki örtüsü ve arazi kullanım durumu üzerindeki etkisi dikkate alınarak hazırlanmıştır. Arazi kullanım verileri Tarım ve Orman Bakanlığı'ndan, yollar ise Open Street Map veri kataloğundan elde edilmiştir. Arazi kullanım özellikleri, Avrupa Çevre Ajansı tarafından belirlenen sınıflandırma doğrultusunda uydu verileri ile bilgisayar destekli görsel yorumlama yoluyla oluşturulmaktadır.

Parametreler çalışma alanına uygun olarak kesilip raster veri türüne çevrilmiştir. Alt kriterlere öncelik düzeyine göre 1-9 arasında ağırlık verilmiş ve analiz için parametreler arası ikili karşılaştırma yapılmıştır. Sonuçta, alt kriterlere ve analize dahil edilen parametrelere ait ağırlık oranları hesaplanmıştır (Tablo 2). Ayrıca çalışma alanına ait alansal hesaplamalar, ArcGIS zonal istatistik araç çubuğu ile gerçekleştirilmiştir.

Tablo 2: İkili karşılaştırma sonucunda parametreler için oluşan ağırlıklar ve alt kriter ağırlık oranları.

| Parametre | Ağırlık (%) | Alt Kriter | Ağırlık |
|--|-------------|-----------------------|---------|
| Arazi kullanım ve arazi örtüsü Özellikleri | 23,9 | Mera | 3 |
| | | Orman | 9 |
| | | Kuru Tarım (nadaslı) | 4 |
| | | Fundalık | 8 |
| | | Bağ (kuru) | 5 |
| | | Kuru Tarım (nadasız) | 4 |
| | | Sulu Tarım | 2 |
| | | Terkedilmiş arazi | 1 |
| | | Bahçe (kuru) | 5 |
| | | Zeytin | 7 |
| | | Sulu Tarım (yetersiz) | 2 |

Tablo 2 devamı...

| | | | |
|------------------------------------|------|--------------|---|
| Yüzey sıcaklığı (LST) | 30 | 12,4 – 20,5 | 1 |
| | | 20,5 – 21,8 | 2 |
| | | 21,89 – 22,8 | 3 |
| | | 22,8 – 23,7 | 4 |
| | | 23,7 – 24,7 | 5 |
| | | 24,7 – 25,8 | 6 |
| | | 25,8 – 26,8 | 7 |
| | | 26,8 – 28,2 | 8 |
| | | 28,2 – 33,2 | 9 |
| Yollara Uzaklık (m) | 9,9 | 0 - 100 | 9 |
| | | 100 - 250 | 8 |
| | | 250 - 500 | 7 |
| | | 500 - 750 | 6 |
| | | 750 - 1000 | 5 |
| | | 1000 - 1500 | 4 |
| | | 1500 - 2000 | 3 |
| | | 2000 - 2500 | 2 |
| Yerleşim Alanlarına Uzaklık (m) | 10,4 | 2500 - 16923 | 1 |
| | | 0 - 100 | 9 |
| | | 100 - 250 | 8 |
| | | 250 - 500 | 7 |
| | | 500 - 750 | 6 |
| | | 750 - 1000 | 5 |
| | | 1000 - 1500 | 4 |
| | | 1500 - 2000 | 3 |
| Yükselti (m) | 3,7 | 2000 - 2500 | 2 |
| | | 2500 - 45317 | 1 |
| | | 0 - 190 | 3 |
| | | 190 - 452 | 4 |
| | | 452 - 712 | 5 |
| | | 712 - 961 | 9 |
| | | 961 - 1227 | 8 |
| | | 1227 - 1470 | 7 |
| Bakı | 15,1 | 1470 - 1674 | 6 |
| | | 1674 - 1862 | 2 |
| | | 1862 - 2469 | 1 |
| | | Düz Alanlar | 4 |
| | | Kuzey | 1 |
| | | Kuzeydoğu | 2 |
| | | Doğu | 6 |
| | | Güneydoğu | 8 |
| Eğim (%) | 2,4 | Güney | 9 |
| | | Güneybatı | 7 |
| | | Batı | 5 |
| | | Kuzeybatı | 3 |
| | | 0 - 3 | 1 |
| | | 3-6 | 2 |
| | | 6-12 | 3 |
| | | 12-18 | 4 |
| | | 18 - 24 | 5 |
| | | 24 - 30 | 6 |
| | | 30 - 40 | 7 |
| | | 40 - 50 | 8 |
| | | 50 - 66 | 9 |

Tablo 2 devamı...

| | | | |
|------|------|---------------|---|
| NDVI | 23,9 | -0,19, -0,016 | 1 |
| | | -0,016 – 0,12 | 2 |
| | | 0,12 – 0,21 | 3 |
| | | 0,21 – 0,28 | 4 |
| | | 0,28 – 0,35 | 5 |
| | | 0,35 – 0,41 | 6 |
| | | 0,41 – 0,48 | 7 |
| | | 0,48 – 0,55 | 8 |
| | | 0,55 – 0,73 | 9 |

Parametrelerin ikili karşılaştırması sonucunda; arazi kullanım (%23,9), yüzey sıcaklığı (%30), yollara uzaklık (% 9,9), yerleşim alanlarına uzaklık (%10,4), yükselti (%3,7), eğim (%2,4), bakı (%15,1), NDVI (%23,9) ağırlık oranları elde edilmiştir. Parametrelere ait tutarlılık indeksi (CI) 0,084, tutarlılık oranı (CR), 0,049 (%4,9) olarak hesaplanmıştır. Karşılaştırma sonuçları analizin tutarlılığının uygun değer aralığında olduğunu göstermektedir.

3. Bulgular

Çalışma sahasına ait hazırlanan orman yangını risk haritası ve yapılan mekânsal hesaplamalar sonucunda, arazinin %46,2'sinin yüksek ve çok yüksek duyarlılığa sahip olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3). Risk düzeyi düşük sahalar ise ilçe arazisinin yaklaşık 1/3'üne karşılık gelmektedir. Silifke'nin sahip olduğu coğrafi özellikler, orman yangın duyarlılığının yüksek olmasının temel sebebidir.

Tablo 3: Yangın Risk Gruplarının İlçe Arazisinde Kapladığı Alan ve Yüzdeleri.

| | Çok Düşük Riskli | Düşük Riskli | Orta Düzeyde Riskli | Yüksek Riskli | Çok Yüksek Riskli |
|------------------------------|------------------|--------------|---------------------|---------------|-------------------|
| Alan (km²) | 440,4 | 763,6 | 1001,6 | 1099,9 | 797,3 |
| Yüzde (%) | 10,7 | 18,6 | 24,4 | 26,8 | 19,4 |

Yangın duyarlılığının en yüksek olduğu risk grubunda en fazla alana sahip mahalleler sırasıyla Kepez, Uzuncaburç, Gümüşlü, İmam uşağı, Kıca köy, Çaltıbozkır, Gökbelen, Çatak, Yeşilovacık ve Yenisu'dur (Tablo 4). Ayrıca alansal genişliğe sahip olmasa da Hırmanlı, Işıklı, Kargıcak, İmambekirli, Akdere, Kırtıl gibi mahalleler yüksek duyarlılığa sahiptir.

Tablo 4: Yangın Risk Gruplarının Mahallelere Göre Alansal Dağılışı.

| Mahalle Adı | Çok Düşük Riskli | Düşük Riskli | Orta Düzeyde Riskli | Yüksek Riskli | Çok Yüksek Riskli | Toplam alan (Hektar) |
|--------------------|------------------|--------------|---------------------|---------------|-------------------|----------------------|
| KİCAKOY | 2504,88 | 3593,8 | 4126,64 | 1389,52 | 491,07 | 12105,9 |
| KOCAOLUK | 115,98 | 1119,74 | 1797,48 | 1408,51 | 153,95 | 4595,7 |
| KAVAKKOY | 54,92 | 817,38 | 2502,39 | 1756 | 311,41 | 5442,1 |
| AYASTURKMENLİ | 9,2 | 423,3 | 712,22 | 753,41 | 206,1 | 2104,2 |
| SILIFKE ORTAK ALAN | 24835,37 | 23115,3 | 4173,38 | 1003,03 | 9,35 | 53136,4 |
| MAGARA | 283,51 | 1083,37 | 1848,6 | 1387,18 | 107,94 | 4710,6 |
| SARIAYDIN | 4,97 | 269,93 | 628,37 | 593,61 | 161,84 | 1658,7 |
| KIZILGECİT | 60,47 | 1202,41 | 1632,87 | 890,12 | 81,65 | 3867,5 |
| OREN | 23,22 | 1206,5 | 3118,06 | 2611,8 | 201,42 | 7161 |
| SAHMURLU | 1,75 | 213,4 | 716,16 | 1165,31 | 276,5 | 2373,1 |
| YEGENLİ | 0 | 89,83 | 722,73 | 1770,46 | 1457,73 | 4040,8 |
| SOMEK | 1,61 | 233,27 | 1103,38 | 1911,85 | 958,48 | 4208,6 |
| HUSEYİNLER | 0 | 34,03 | 467,12 | 1327,88 | 1034,14 | 2863,2 |
| TURKMENUSAGI | 0 | 71,43 | 895,38 | 2011,76 | 1338,98 | 4317,5 |
| BOYNUINCELİ | 0 | 55,94 | 471,21 | 1210,59 | 345,15 | 2082,9 |
| CELTİKCI | 0 | 0,88 | 33,01 | 203,03 | 327,62 | 564,5 |
| BURUNUCU | 0 | 0,29 | 68,21 | 198,36 | 388,53 | 655,4 |
| ULUGOZ | 0 | 22,06 | 160,82 | 350,41 | 389,41 | 922,7 |
| TOSMURLU | 0 | 24,69 | 776,78 | 2149,94 | 2017,02 | 4968,4 |
| KOCAPINAR | 0 | 271,54 | 839,15 | 1341,9 | 2120,58 | 4573,2 |
| TASUCU | 35,35 | 435,71 | 1244,77 | 1254,41 | 978,93 | 3949,2 |
| BAHCEDERESİ | 0,15 | 50,39 | 532,26 | 911,45 | 1574,88 | 3069,1 |
| BOLACALIKKOYUNCU | 0 | 0 | 89,25 | 260,14 | 463,47 | 812,9 |
| HIRMANLI | 0 | 20,16 | 115,83 | 719,66 | 1633,3 | 2489 |
| OVACIK | 0 | 15,92 | 307,47 | 1104,26 | 1113,6 | 2541,2 |
| YENİBAHCE | 0 | 41,63 | 204,35 | 572,14 | 915,68 | 1733,8 |
| KESLİTURKMENLİ | 0 | 17,09 | 198,21 | 748,88 | 1271,79 | 2236 |
| HASANALİLER | 0 | 14,61 | 351,29 | 1211,32 | 516,2 | 2093,4 |
| KIZILISALI | 0 | 142,41 | 967,25 | 2483,55 | 1168,23 | 4761,4 |
| SUSANALİLER | 0 | 21,03 | 216,62 | 545,99 | 465,07 | 1248,7 |
| ALTINKUM | 1,46 | 200,55 | 682,56 | 940,22 | 365,02 | 2189,8 |
| ARKARASI | 0 | 0 | 67,48 | 301,92 | 226,84 | 596,2 |
| KABASAKALI | 0 | 75,81 | 514,88 | 1245,21 | 671,02 | 2506,9 |

| | | | | | | |
|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| SAYAGZI | 0 | 0,44 | 75,37 | 349,24 | 314,33 | 739,4 |
| DEMİRCİLİ | 0 | 44,55 | 460,25 | 1621,91 | 1107,76 | 3234,5 |
| ESENBEL | 0 | 0,58 | 127,66 | 821,76 | 803,51 | 1753,5 |
| KARADEDELİ | 0 | 70,4 | 933,21 | 2793,79 | 1391,57 | 5189 |
| OLUKBASI | 0 | 13,29 | 529,34 | 889,1 | 451,78 | 1883,5 |
| GOKBELEN | 9,06 | 944,31 | 3430,35 | 4314,48 | 1101,04 | 9799,2 |
| PELİTPINARI | 1,9 | 288,63 | 1624,39 | 1687,49 | 735,73 | 4338,1 |
| NURİKOY | 1,46 | 258,24 | 1265,51 | 548,18 | 427,1 | 2500,5 |
| SENİR | 0 | 219,54 | 1740,95 | 1039,84 | 553,88 | 3554,2 |
| KEBEN | 0 | 0,88 | 198,65 | 978,64 | 3204,53 | 4382,7 |
| ORTAOREN | 0 | 2,92 | 255,47 | 585,43 | 1179,48 | 2023,3 |
| KARGICAK | 0 | 0,15 | 203,91 | 663,58 | 1401,64 | 2269,3 |
| EVKAFÇİFTLİĞİ | 0 | 4,53 | 324,41 | 1093,59 | 1582,62 | 3005,2 |
| CATAK | 958,63 | 3724,09 | 3061,53 | 680,08 | 203,76 | 8628,1 |
| GUNDUZLER | 329,52 | 1538,65 | 1996,72 | 1092,57 | 688,55 | 5646 |
| GEDİKPINAR | 0,58 | 334,49 | 771,52 | 824,69 | 454,85 | 2386,1 |
| CAMBAZLI | 0 | 94,8 | 874,49 | 2158,26 | 1335,48 | 4463 |
| BAHCEKOY | 0 | 0,15 | 23,52 | 236,04 | 290,82 | 550,5 |
| KARAHACILI | 0 | 17,67 | 700,38 | 1314,88 | 1627,61 | 3660,5 |
| EKSİLER | 0 | 4,67 | 279,72 | 700,38 | 767,14 | 1751,9 |
| KEPEZ | 1185,32 | 5865,84 | 9699,33 | 3980,28 | 566,88 | 21297,7 |
| BUKDEĞİRMENİ | 0 | 10,22 | 188,13 | 554,76 | 1387,04 | 2140,2 |
| CADIRLI | 0 | 70,99 | 1021,14 | 1287,57 | 1733,51 | 4113,2 |
| AKDERE | 1,31 | 317,55 | 973,09 | 1250,76 | 2441,63 | 4984,3 |
| ISIKLI | 0 | 4,09 | 198,36 | 944,17 | 1967,94 | 3114,6 |
| BAYINDIR | 0 | 16,65 | 270,66 | 1134,78 | 1257,04 | 2679,1 |
| SEYRANLIK | 0 | 74,2 | 611,58 | 1695,97 | 1232,94 | 3614,7 |
| YENİSU | 139,64 | 1639,88 | 2361 | 2050,18 | 1239,95 | 7430,6 |
| NASRULLAH | 0 | 17,67 | 613,48 | 1037,65 | 1419,61 | 3088,4 |
| KARABOCULU | 0 | 94,94 | 587,48 | 1591,38 | 1049,92 | 3323,7 |
| İMAMLI | 0 | 0 | 80,63 | 399,2 | 527,44 | 1007,3 |
| UZUNCABURÇ | 411,76 | 2704,69 | 5939,02 | 4792,85 | 1518,06 | 15366,4 |
| ÇALTIBOZKIR | 46,89 | 805,11 | 3032,03 | 4327,04 | 2845,94 | 11057 |
| SABAK | 17,24 | 601,94 | 1559,25 | 1362,64 | 850,1 | 4391,2 |
| İMAMUSAĞI | 98,16 | 1009,75 | 2673,87 | 3927,55 | 4541,76 | 12251,1 |
| GUMUSLU | 51,42 | 1399,89 | 3761,92 | 4876,83 | 2583,46 | 12673,5 |

| | | | | | | |
|--------------------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|
| CILBAYIR | 16,21 | 1051,67 | 1970,72 | 1403,11 | 874,06 | 5315,8 |
| IMAMBEKIRLI | 3,51 | 264,09 | 632,03 | 1119,15 | 893,92 | 2912,7 |
| DİBEKLI | 1,31 | 379,62 | 636,7 | 569,8 | 639,62 | 2227,1 |
| KARAKAYA | 207,27 | 823,37 | 716,31 | 683,44 | 340,62 | 2771 |
| GULUMPASALI | 0 | 10,08 | 93,48 | 327,04 | 708,56 | 1139,2 |
| SILIFKE | 0 | 42,8 | 702,14 | 1228,26 | 916,12 | 2889,3 |
| YESİLOVACIK | 1,75 | 287,46 | 1516,16 | 2673,29 | 3008,36 | 7487 |
| SOKUN | 0,73 | 196,6 | 515,9 | 612,74 | 490,2 | 1816,2 |
| KURTULUS | 21,03 | 375,24 | 1997,74 | 2167,17 | 930 | 5491,2 |

Araştırma sahasında yangın duyarlılığına etki eden faktörlerden biri de topografik özelliklerdir. Yüksek ve çok yüksek düzey dikkate alındığında, 0-1230 m yükselti aralığı duyarlılığı en yüksek alandır (Tablo 5). Orta risk grubuyla birlikte bu yükselti 1670 m'ye kadar çıkmaktadır. Daha yüksek alanlarda ise duyarlılık azalmaktadır.

Tablo 5: Yükselti Aralıklarının Risk Grupları İçerisindeki Alansal (Hektar) ve Yüzdeler Payı.

| Yükselti (m) | Çok Düşük Riskli (%) | Düşük Riskli (%) | Orta Düzeyde Riskli (%) | Yüksek Riskli (%) | Çok Yüksek Riskli (%) | | | | | |
|------------------|----------------------|------------------|-------------------------|-------------------|-----------------------|-----|---------|------|---------|------|
| 1861-2470 | 13702,4 | 3,3 | 8962,6 | 2,2 | 501,7 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1671-1860 | 24553,2 | 6 | 28503,4 | 6,9 | 5205,2 | 1,3 | 102,4 | 0,02 | 0 | 0 |
| 1471-1670 | 4460,8 | 1,1 | 11793,9 | 2,9 | 13777,3 | 3,4 | 3772,4 | 0,92 | 269,9 | 0,07 |
| 1231-1470 | 785,1 | 0,2 | 13426,9 | 3,3 | 25254,6 | 6,2 | 13198 | 3,22 | 1433,8 | 0,35 |
| 96 - 1230 | 126,3 | 0 | 4923,7 | 1,2 | 15803,3 | 3,9 | 22340,3 | 5,44 | 9422,5 | 2,3 |
| 713-961 | 156,1 | 0 | 2877,5 | 0,7 | 11164,1 | 2,7 | 17393,9 | 4,24 | 15107,6 | 3,68 |
| 453-712 | 157,8 | 0 | 2544,9 | 0,6 | 9205,3 | 2,2 | 15494,5 | 3,78 | 13947,5 | 3,4 |
| 191-452 | 14,6 | 0 | 1669,7 | 0,4 | 8925,8 | 2,2 | 17708,1 | 4,32 | 17288,2 | 4,21 |
| 0-190 | 87,9 | 0 | 1659,2 | 0,4 | 10327,9 | 2,5 | 19983,7 | 4,87 | 22269 | 5,43 |

Arazinin eğim şartları içerisinde, her risk grubunda en fazla duyarlılığa sahip alanlar %0-12 eğim aralığındadır (Tablo 6). %12,1-18 aralığı ise ikinci derecede risklidir. %18 eğim derecesinden sonra bütün risk gruplarında duyarlılık azalmaktadır.

Tablo 6: Eğim Aralıklarının Tüm Risk Grupları İçerisindeki Alansal (Hektar) ve Yüzdeler Payı.

| Eğim (%) | Çok Düşük Riskli | (%) | Düşük Riskli | (%) | Orta Düzeyde Riskli | (%) | Yüksek Riskli | (%) | Çok Yüksek Riskli | (%) |
|----------|------------------|------|--------------|------|---------------------|------|---------------|------|-------------------|------|
| 0-3 | 10929,5 | 2,66 | 15803,1 | 3,85 | 21235,1 | 5,18 | 24935,7 | 6,08 | 15308,7 | 3,73 |
| 3-6 | 14321,9 | 3,49 | 23315,3 | 5,68 | 26038,5 | 6,35 | 28773,4 | 7,01 | 18681,3 | 4,55 |
| 6,1-12 | 12065,3 | 2,94 | 22497,9 | 5,48 | 29745,1 | 7,25 | 32480,3 | 7,92 | 22610,2 | 5,51 |
| 12,1-18 | 3701,2 | 0,90 | 7389,2 | 1,80 | 12391,9 | 3,02 | 13500,4 | 3,29 | 11955,0 | 2,91 |
| 18,1-24 | 1892,0 | 0,46 | 3798,7 | 0,93 | 6303,7 | 1,54 | 6172,7 | 1,50 | 6551,6 | 1,60 |
| 24,1-30 | 780,6 | 0,19 | 2137,5 | 0,52 | 2957,8 | 0,72 | 2650,7 | 0,65 | 3067,4 | 0,75 |
| 30,1-40 | 314,6 | 0,08 | 1233,5 | 0,30 | 1317,4 | 0,32 | 1264,9 | 0,31 | 1306,1 | 0,32 |
| 40,1-50 | 36,1 | 0,01 | 173,1 | 0,04 | 161,1 | 0,04 | 199,2 | 0,05 | 222,3 | 0,05 |
| 50,1-67 | 3,2 | 0 | 13,4 | 0 | 14,5 | 0 | 15,9 | 0 | 35,8 | 0,01 |

Türkiye'nin sahip olduğu matematik konum sebebiyle yer şekillerinin güney yamaçları güneş ışığından daha fazla istifade eder. Beraberinde birçok avantajı da getiren bu özellik, bazen orman yangınları için uygun şartlar oluşturmaktadır. Araştırma sahasının bakı özellikleri dikkate alındığında yangın duyarlılığı en yüksek olan yamaçların güney, güneydoğu ve güneybatı olduğu görülmektedir (Tablo 7). Güneş ışınlarından daha fazla istifade eden güney bakılı yamaçların sıcaklık ortalamaları daha yüksektir. Bu nedenle orman yangınları için daha riskli alanlardır.

Tablo 7: Bakı Özelliklerinin Tüm Risk Grupları İçerisindeki Alansal (Hektar) ve Yüzdelik Payı

| Bakı | Çok Düşük Riskli | (%) | Düşük Riskli | (%) | Orta Düzeyde Riskli | (%) | Yüksek Riskli | (%) | Çok Yüksek Riskli | (%) |
|------------------|------------------|-----|--------------|-----|---------------------|-----|---------------|-----|-------------------|-----|
| Kuzey | 11712,7 | 2,9 | 10596,9 | 2,6 | 12674,7 | 3,1 | 3915,6 | 1 | 113,9 | 0 |
| Kuzeydoğu | 7954,7 | 1,9 | 8583,7 | 2,1 | 15344,3 | 3,7 | 8526,9 | 2,1 | 600,3 | 0,1 |
| Kuzeybatı | 10886,6 | 2,7 | 10564,8 | 2,6 | 13065,8 | 3,2 | 6007,5 | 1,5 | 507,0 | 0,1 |
| Düz Alan | 50,0 | 0 | 81,2 | 0 | 263,8 | 0,1 | 299,6 | 0,1 | 72,6 | 0 |
| Batı | 6380,9 | 1,6 | 8942,6 | 2,2 | 12530,5 | 3,1 | 10722,1 | 2,6 | 2167,8 | 0,5 |
| Doğu | 2581,6 | 0,6 | 7965,5 | 1,9 | 12081,8 | 2,9 | 20041,9 | 4,9 | 10587,1 | 2,6 |
| Güneybatı | 2946,1 | 0,7 | 9558,8 | 2,3 | 11420,6 | 2,8 | 17424,2 | 4,2 | 10146,6 | 2,5 |
| Güneydoğu | 806,7 | 0,2 | 9666,5 | 2,4 | 12060,0 | 2,9 | 23625,4 | 5,8 | 27401,9 | 6,7 |
| Güney | 725,1 | 0,2 | 10401,8 | 2,5 | 10723,5 | 2,6 | 19430,2 | 4,7 | 28141,3 | 6,9 |

Sıcaklık şartları orman yangınları için uygun ortam hazırlayan coğrafi faktörlerdendir. Araştırma sahasında yangın duyarlılığı ile yüzey sıcaklık ortalamaları karşılaştırıldığında, 24-27 °C sıcaklık aralığı en riskli ortalamaları ifade etmektedir (Tablo 8).

Tablo 8: Yüzey Sıcaklıklarının Tüm Risk Grupları İçerisindeki Alansal ve Yüzdelik Payı.

| Yüzey Sıcaklığı (°C) | Yüzde (%) | Alan (Hektar) |
|----------------------|-----------|---------------|
| 12,4-20,6 | 0,90 | 3697,8 |
| 20,7-21,9 | 3,40 | 13950,3 |
| 22-22,9 | 8,17 | 33536,9 |
| 23-23,8 | 13,84 | 56779,9 |
| 23,9-24,8 | 19,62 | 80511,7 |
| 24,9-25,8 | 19,62 | 80498,0 |
| 25,9-26,9 | 17,24 | 70754,1 |
| 27-28,3 | 12,41 | 50903,1 |
| 28,4-33,3 | 4,79 | 19671,1 |

Araştırma sahasının arazi örtüsü ve kullanım özellikleri dikkate alındığında orman, fundalık ve tarım alanlarının yüksek ve çok yüksek risk grubunda yer aldığı görülmektedir. Ormanlar risk gruplarında %36,9'luk bir paya sahipken; fundalık alanların yüzdesi 19,4'tür (Tablo 9). Fundalık ve tarım alanlarında yer alan çalı ve ağaç toplulukları bu alanlarda da risk düzeyini artırmaktadır. Ayrıca bu sahaların beşerî etkiye daha açık oluşu risk düzeyinin artmasında etkili olan diğer bir faktördür.

Tablo 9: Arazi Örtüsü ve Kullanım Özelliklerinin Tüm Risk Grupları İçerisindeki Alansal ve Yüzdeler Payı.

| Arazi Kullanım (Hektar) | Çok Düşük Riskli | (%) | Düşük Riskli | (%) | Orta Düzeyde Riskli | (%) | Yüksek Riskli | (%) | Çok Yüksek Riskli | (%) |
|--------------------------|------------------|------|--------------|------|---------------------|-------|---------------|------|-------------------|------|
| Terkedilmiş Arazi | 1,6 | 0 | 223,3 | 0,05 | 323,8 | 0,08 | 93,3 | 0,02 | 0 | 0 |
| Sulu Tarım | 1383,4 | 0,34 | 4227,0 | 1,03 | 9927,5 | 2,42 | 14403,1 | 3,51 | 10129,3 | 2,47 |
| Mera | 26984,3 | 6,58 | 25113,8 | 6,12 | 4408,7 | 1,07 | 1297,6 | 0,32 | 1062,3 | 0,26 |
| Kuru Tarım | 7470,7 | 1,82 | 17526,7 | 4,27 | 21950,4 | 5,35 | 15906,1 | 3,88 | 9129,7 | 2,23 |
| Bahçe (Kuru) | 10,2 | 0 | 62,8 | 0,02 | 627,6 | 0,15 | 1034,4 | 0,25 | 525,5 | 0,13 |
| Bağ (Kuru) | 0 | 0 | 55,5 | 0,01 | 555,5 | 0,14 | 1441,8 | 0,35 | 1800,3 | 0,44 |
| Zeytin | 0 | 0 | 11,2 | 0 | 56,8 | 0,01 | 213,3 | 0,05 | 681,2 | 0,17 |
| Fundalık | 168,0 | 0,04 | 3298,7 | 0,80 | 16497,5 | 4,02 | 34598,2 | 8,43 | 25186,4 | 6,14 |
| Orman | 8026,15 | 1,96 | 25842,64 | 6,30 | 45817,24 | 11,17 | 41005,40 | 9,99 | 31223,69 | 7,61 |

Orman yangınlarında risk faktörünü artıran unsurlardan biri de beşerî etkenlerdir. Araştırmada yerleşmelere ve yollara uzaklık parametreleri de kullanılmıştır. Yüksek duyarlılığa sahip alanların yerleşme ve yollara yakın sahalar olduğu göze çarpar. Ayrıca arazi örtüsü özelliklerine paralel olarak NDVI değerlerinin arttığı alanlarda, yangın riskinin daha fazla olduğu görülmektedir.

4. Sonuç, Tartışma ve Öneriler

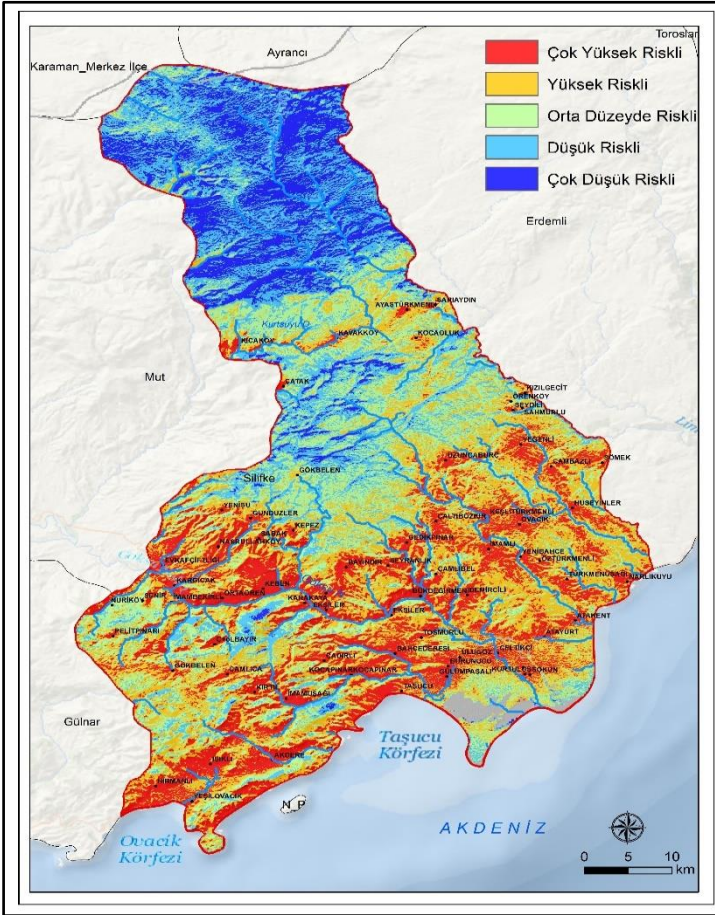
Küresel iklim şartlarında meydana gelen değişimler son zamanlarda bazı doğal afetlerin yaşanma sıklığını artırmıştır. Sıcaklık ortalamalarındaki artışlar, yağış miktarlarındaki değişimler, kısa sürede yaşanan sağanak yağışlar, başta sel ve heyelan olmak üzere kuraklık şartlarından orman yangınlarına kadar birçok afetin oluşumunu etkilemektedir. Araştırmada sıcaklık artışlarından daha fazla etkilenen ve buna bağlı olarak orman yangını riskinin her geçen yıl arttığı Akdeniz Bölgesi'nde yer alan Mersin iline bağlı Silifke ilçesi incelenmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre ilçe arazisinin %46,2'si yüksek ve çok yüksek risk grubu içerisinde yer almaktadır. Elde edilen sonuç ilçede yangın duyarlılığının çok yüksek olduğu ve sürekli olarak bu afete karşı hazır olunması gerektiği anlamını taşır. Analizde kullanılan parametreler içerisinde, yüzey sıcaklığı (%30), bitki örtüsü (NDVI %23,9), arazi kullanım

ve arazi örtüsü özellikleri (%23,9) yangın riski oluşumunda en etkili faktörlerdir. Orman yangını riskine etki eden parametrelerin alt kriterleri dikkate alındığında, yüksek ve çok yüksek risk alanlarının 0-1300 m arasında yoğunlaştığı görülmektedir. Her risk grubunda %0-12 eğim aralığı en duyarlı sahaları ifade eder. Bakı özelliklerine göre ise güney, güneydoğu ve güneybatı orman yangını riskinin en yüksek olduğu yönlerdir. Türkiye'nin sahip olduğu enlem şartları bu durumun ortaya çıkmasında etkili olmaktadır. Bu durum aynı zamanda hava ve yüzey sıcaklıklarının belirtilen yamaçlarda daha yüksek olmasına sebep olur. Yüzey sıcaklıklarında 24-27 °C aralığı riskin en yüksek olduğu değer aralığıdır. Arazi kullanım ve arazi örtüsü özellikleri dikkate alındığında orman alanları (%36,9) ve fundalıklar (%19,4) duyarlılığın en yüksek olduğu sahalardır. Ayrıca orman yangınlarının birçoğunda beşerî faktörler de etkili olmaktadır. İlçe arazisinde yollara ve yerleşmelere yakın alanların yangın duyarlılığı daha yüksektir.

Yangın risk alanlarının mahallelere göre dağılışı incelendiğinde, ilçe arazisinin güney bölümünde duyarlılığın daha yüksek olduğu görülmektedir. Çok yüksek yangın riskine sahip grupta en fazla alan kaplayan mahalleler Kepez, Uzuncaburç, Gümüşlü, İmam uşağı, Kıcaköy, Çaltıbozkr, Gökbelen, Çatak, Yeşilovacık ve Yenisu'dur (Harita 3). İlçenin kuzey bölümünde yangın duyarlılığı çok düşüktür. Ancak bu sahada bile Kıcaköy'den Sarıaydın mahallesine kadar uzanan doğu-batı hattında yangın riski yüksektir.

Sonuç olarak Türkiye, sahip olduğu coğrafi şartlar ve küresel sıcaklıklarda meydana gelen değişimler sebebiyle orman yangını riskinin yüksek olduğu bir ülkedir. Özellikle Ege ve Akdeniz Bölgeleri, yaz mevsiminde bu afeti sürekli yaşamakta ve orman yangınları ile mücadele edilmektedir. Yangınlar, önemli karbon yutakları ve sağlıklı ekosistemler olan ormanları yok eder. Ayrıca ekonomik kayıplara sebep olur. Yangınlara zemin hazırlayan şartların ve risk alanlarının belirlenmesi, bu afete karşı alınacak önlemler için önemli ipuçları verecektir.



Harita 3: Silifke İlçesi Orman Yangını Risk Haritası.

Artan sıcaklık ortalamaları, yaşanan uzun süreli sıcak hava dalgaları, orman altında biriken örtü tabakasının giderek artması ve insan faktörüne bağlı olarak yaşanan olumsuzluklar sonucunda daha fazla orman yangını ile karşı karşıya kalınmaktadır. Akdeniz havzası, iklimsel parametrelerde yaşanan değişimlerden daha fazla etkilenen sahalardan biridir. Özellikle sıcaklık ortalamalarındaki artışların başta kuraklık ve orman yangınları gibi birçok doğal afetin sayısının arttırması muhtemeldir.

Silifke ilçesi yangın riskinin yüksek olduğu sahalardan biridir. İlçe arazisinin %46'sı yüksek ve çok yüksek yangın duyarlılığına sahiptir. Taşoğlu vd., (2022), ilçeye yakın bir konumda olan Anamur ilçe arazisinin %39'unu bu kategoride yangın duyarlılığına sahip olduğunu dile getirmişlerdir. Benzer

sonuçlar bölgede genel olarak yangın duyarlılığının yüksek olduğunu göstermektedir. Ayrıca kullanılan parametrelerde (yükseklik, eğim, bakı, yerleşmelere uzaklık, yollara uzaklık, topografik nemlilik indeksi, arazi kullanımı ve yeryüzü sıcaklığı) benzerlik göstermektedir. Abujayyab vd., (2022), Akdeniz Bölgesi'nin orman yangın risk düzeyinin yaşanan iklimsel değişimlere bağlı olarak her geçen yıl arttığını dile getirmektedirler. Bölgeye ait yangın duyarlılığı farklı algoritmalar kullanılarak değerlendirilmiştir. Atmaca vd., (2022), Muğla'nın Milas ilçesini kapsayan çalışmalarında, her geçen yıl sahada yangın riskinin giderek arttığı ve arazinin önemli bir bölümünün yüksek ve çok yüksek duyarlılığa sahip olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Richards vd., (2022), Akdeniz havzasında meydana gelen orman yangınlarının tetikleyici unsurlarını, zamansal ve mekansal dağılımlarını inceledikleri araştırmalarında; hava sıcaklığı ve buhar basıncı açığının yangınlar üzerinde etkili olduğunu ayrıca buhar basıncı eksikliğinin afetin şiddetini artırdığını dile getirmektedirler. Lasanta vd., (2022), Akdeniz havzasındaki ülkelerin sıcaklık ortalamalarında meydana gelen artışlara bağlı olarak daha fazla orman yangınına maruz kaldığını, orman altında biriken bitki kalıntılarının temizlenmesinin ve hayvancılık faaliyetlerinin yaygınlaştırılmasının yangınları önemli ölçüde azalttığını belirtmektedir.

Araştırmalar genel olarak sahada risk düzeyinin yüksek olduğunu dile getirmektedir. Bu bilimsel tespitlere bağlı olarak alınacak önlemlerin şekillendirilmesi kayıpların en aza indirilmesinde etkili olacaktır. Erken müdahale faaliyetlerinde ve yangın gözetleme çalışmalarında insansız hava araçları gibi teknolojik ürünlerin daha fazla kullanılması alınacak önlemler arasında gösterilebilir. Yangınların başlamasına sebep olan faktörler hakkında yöre halkının eğitilmesi, yangın sırasında ve sonrasında yapılacak çalışmaların önceden planlanması afetin etkilerini en aza indirmeyi sağlayacaktır.

DETERMINATION OF FOREST FIRE SUSCEPTIBILITY IN SILIFKE DISTRICT BY ANALYTIC HİERARCHY METHOD

Abstract

Changes in global climate conditions and temperature averages increase the frequency of natural disasters. The Mediterranean basin, including Turkey, is more affected by temperature increases due to its geographical conditions. Due to these increases, the incidence of natural disasters, especially drought and forest fires, has increased in recent years. The aim of the research is to determine the forest fire risk areas in Silifke district of Mersin province. The analysis was carried out and mapped in the ArcGIS 10.4 program environment with the Analytical Hierarchy Method, which is one of the Multi-Criteria Decision Making Methods. As a result of the analysis, it was determined that about half of the district land has a high or very high risk in terms of forest fire. Surface temperature, vegetation and land use characteristics-land cover are the parameters that most affect fire susceptibility. When the sub-criteria of the parameters are examined, the fire risk is higher in the altitude range of 0-1300 meters, in areas with a slope of 0-12%, and on slopes with southern aspects. In addition, areas covered with forest cover, heathlands, areas with surface temperatures between 24-27 °C, settlements and areas close to roads are other high-risk lands. When fire sensitivity is evaluated according to neighborhoods; Kepez, Uzuncaburç, Gümüşlü, İmam uşak, Kıcaköy, Çaltıbozkır, Gökbelen, Çatak, Yeşilovacık and Yenisu neighborhoods are the settlements occupying the most area in the group with very high fire risk. The sensitivity of the Mediterranean basin will increase in the coming years depending on the increase in the average temperature. Identifying the factors that cause forest fires and sensitive areas will enable the measures to be taken to be planned more realistically and quickly.

Keywords: Forest fire susceptibility, Silifke, Analytical hierarchy process.

KAYNAKÇA

- Abay, E., Sözüy, K., Şahin, Ö. ., Temel, R. ., Tarhan, Y., ve Mihçioğur, S. (2022). Küresel İklim Değişliği ve Orman Yangınları Ülke ve Dünya Etkileri. *Sağlık ve Toplum*, 32(3), 3–13.
- Abdelkarim, A., Al-Alola, S. S., Alogayell, H. M., Mohamed, S. A., Alkadi, I. I., ve Ismail, I. Y. (2020). Integration of GIS-Based Multicriteria Decision Analysis and Analytic Hierarchy Process to Assess Flood Hazard on the Al-Shamal Train Pathway in Al-Qurayyat Region, Kingdom of Saudi Arabia. İçinde *Water* (C. 12, Sayı 6).
<https://doi.org/10.3390/w12061702>
- Abujayyab, S. K. M., Kassem, M. M., Khan, A. A., Wazirali, R., Coşkun, M., Taşoğlu, E., Öztürk, A., ve Toprak, F. (2022). Wildfire Susceptibility Mapping Using Five Boosting Machine Learning Algorithms: The Case Study of the Mediterranean Region of Turkey. *Advances in Civil Engineering*, 2022, 3959150.
<https://doi.org/10.1155/2022/3959150>
- Ahammad, R., Stacey, N., ve Sunderland, T. C. H. (2019). Use and perceived importance of forest ecosystem services in rural livelihoods of Chittagong Hill Tracts, Bangladesh. *Ecosystem Services*, 35, 8798.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.11.009>
- Atmaca, I., Derakhshandeh, M., Pekkan, Ö., Özenen, M., Tunca, Y., ve Cabuk, S. (2022). *Forest Fire Risk Modeling Using Logistic Regression and Geographic Information Systems: The Case of Muğla-Milas (Lojistik Regresyon ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Orman Yangını Risk Modellemesi: Muğla-Milas Örneği)*. 6675.
<https://doi.org/10.21324/dacd.951902>
- Bağcı, H. ., ve Topal, V. (2022). Göksu Deltası'nda (Silifke/Mersin) Tarımsal Değişiklikler. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 20(2), 407432.
<https://doi.org/10.33688/aucbd.1095187>
- Beşli, N., ve Tenekeci, E. (2020). Uydu verilerinden karar ağaçları kullanarak orman yangını tahmini. *Dicle Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Mühendislik Dergisi*, 11(3), 899–906.
<https://doi.org/10.24012/dumf.661925>

- Bilgili, E. (1998b). Forest fires and fire management policies in Turkey. *FAO Meeting on Public Policies Affectin Forest Fires*, 357–361.
- Buldur, A., Başaran, A., ve Pınar, A. (2007). 05-07 Mart 2004 Tarihli Göksu Nehri Taşkını ve Silifke'ye Etkisi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 17, 139–160.
- Burrell, A. L., Sun, Q., Baxter, R., Kukavskaya, E. A., Zhila, S., Shestakova, T., Rogers, B. M., Kaduk, J., ve Barrett, K. (2022). Climate change, fire return intervals and the growing risk of permanent forest loss in boreal Eurasia. *Science of The Total Environment*, 831, 154885.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154885>
- Dilekçi, S., Marangoz, A., ve Ateşoğlu, A. (2021). Zonguldak ve Ereğli Orman İşletme Müdürlükleri Orman Yangını Risk Alanlarının Belirlenmesi. *Geomatik Dergisi*, 6(1), 44–53.
<https://doi.org/10.29128/geomatik.660623>
- Doğanay, H., ve Doğanay, S. (2011). Türkiye'de orman yangınları ve alınması gereken önlemler/ Forest Fires and Measures to be Taken in Turkey. İçinde *Doğu Coğrafya Dergisi* (C. 9, Sayı 11, s.). Atatürk Üniversitesi.
- Duran, C. (2014). Mersin ilindeki orman yangınlarının başlangıç noktalarına göre mekânsal analizi (2001-2013). *Ormancılık Araştırma Dergisi*, 1(1 A), 38–49.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17568/oad.87328>
- Fillianie, A. N., Sorooshian, S., ve Fatimah, M. (2016). *MCDM-AHP Method in Decision Makings*.
- Koshurnikova, N., Verkhovets, S., Antamoshkina, O., Trofimova, N., Zlenko, L., ve Zhuikov, A. (2015). Assessment of Central Siberia Forest Ecosystems Sustainability to Forest Fires: Academic Research Outcomes. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 214, 1008–1018.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.694>
- Lasanta, T., Cortijos-Lopez, M., Errea, M.Paz., Khorchani, M. ve Nsal-Romero, E. (2022). An environmental management experience to control wildfires in the mid-mountain mediterranean area: Shrub clearing to generate mosaic landscapes, 118, 106-147.

<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106147>

Mardani, A., Jusoh, A., MD Nor, K., Khalifah, Z., Zakwan, N., ve Valipour, A. (2015). Multiple criteria decision-making techniques and their applications – a review of the literature from 2000 to 2014. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 28(1), 516571.

<https://doi.org/10.1080/1331677X.2015.1075139>

Mutanga, O., ve Kumar, L. (2019). Google Earth Engine Applications. İçinde *Remote Sensing* (C. 11, Sayı 5).

<https://doi.org/10.3390/rs11050591>

Özfidaner, M., Şapolyo, D., ve Topaloğlu, F. (2018). Ortalama Sıcaklıkların Gidiş Analizi: Silifke İstasyonu. *Dünya Sağlık ve Tabiat Bilimleri Dergisi*, 1(2), 57–69.

Parry, J. A., Ganaie, S. A., ve Sultan Bhat, M. (2018). GIS based land suitability analysis using AHP model for urban services planning in Srinagar and Jammu urban centers of J&K, India. *Journal of Urban Management*, 7(2), 46–56.

<https://doi.org/10.1016/j.jum.2018.05.002>

Resco de Dios, V., Hedo, J., Cunill Camprubí, À., Thapa, P., Martínez del Castillo, E., Martínez de Aragón, J., Bonet, J. A., Balaguer-Romano, R., Díaz-Sierra, R., Yebra, M., ve Boer, M. M. (2021). Climate change induced declines in fuel moisture may turn currently fire-free Pyrenean mountain forests into fire-prone ecosystems. *Science of The Total Environment*, 797, 04

149104.<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.1491>

Richards, J., Huser, R., Bevacqua, E., ve Zscheischler, J. (2022). Insights into the drivers and spatio-temporal trends of extreme Mediterranean wildfires with statistical deep-learning. 10.48550/arXiv.2212.01796

Rodríguez y Silva, F., Ramón Molina, J., González-Cabán, A., ve Machuca, M. Á. H. (2012). Economic vulnerability of timber resources to forest fires. *Journal of Environmental Management*, 100, 16 21.

<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.12.026>

Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83–98.

<https://doi.org/10.1504/IJSSci.2008.01759>

- Saaty, T. L. (1988). *What is the Analytic Hierarchy Process? BT - Mathematical Models for Decision Support* (G. Mitra, H. J. Greenberg, F. A. Lootsma, M. J. Rijkaert, & H. J. Zimmermann (ed.); ss. 109–121). Springer Berlin Heidelberg.
- Sarıbaş, M. (2009). *Silifke (Mersin) İlçesinin Beşeri ve Ekonomik Coğrafyası*. Selçuk Üniversitesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Sarıbaş, M., ve Pınar, A. (2013). Silifke Göksu Vadisi'nde Yer Alan Köylerin Beşeri Coğrafya Özellikleri. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 29, 207–221.
- Şengönül, K. (1985). Orman Yangınları ile Toprak ISınması Arasındaki İlişkiler ve Yangınların Toprak Özellikleri Üzerine Etkileri. *İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, 35(2).
- Şimsek, M. (2021). Silifke - Gülnar Platosunda (Orta Toroslar) Paleovadi Sistemlerinin Yüzey Karstlaşması Üzerine Etkisi. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, 7, 48(60).
- Sorge, S., Mann, C., Schleyer, C., Loft, L., Spacek, M., Hernández-Morcillo, M., ve Klavankova, T. (2022). Understanding dynamics of forest ecosystem services governance: A socio-ecological-technical-analytical framework. *Ecosystem Services*, 55, 101427. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2022.101427>
- Taşoğlu, E., Toprak, F., ve Öztürk, A. (2022). *Anamur'da 2000-2020 Yılları Arasında Meydana Gelen Orman Yangınlarının İncelenmesi ve Yangın Duyarlılık Haritasının Üretilmesi*. 7-9 Ekim 2022 IV. Uluslararası Coğrafya Eğitimi Kongresi, Bildiri Özet Metni, Karabük.
- TOD (2020b). *İtfaiyeciler İçin Orman Yangınları El Kitabı*,. Türkiye Ormancılar Derneği Yayın No: 53, Kuban Matbaacılık Yayıncılık.
- Vilà-Cabrera, A., Coll, L., Martínez-Vilalta, J., ve Retana, J. (2018). Forest management for adaptation to climate change in the Mediterranean basin: A synthesis of evidence. *Forest Ecology and Management*, 407, 16–22. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.10.021>
- Yasdıman, K., Gönençgil, B., ve Tokgözlü, A. (2019). İklim ve kentsel ısı adası: Mersin ve Silifke örneği. 1. *İstanbul Uluslararası Coğrafya Kongresi*, 588–594.

<https://doi.org/en Doi :10.26650/PB/PS12.2019.002.058>

Zlaugotne, B., Zihare, L., Balode, L., Kalnbalkīte, A., Khabdullin, A., ve Blumberga, D. (2020). Multi-Criteria Decision Analysis Methods Comparison. *Environmental and Climate Technologies*, 24, 454–471.

<https://doi.org/10.2478/rtuect-2020-0028>

10. BÖLÜM

(SİVAS) KANGAL İLÇESİNİN İKLİM ÖZELLİKLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Fatih KARTAL²³

Amaçlar

- Kangal İlçesinin coğrafi konumunu ve sınırlarını belirlemek
- Kangal İlçesinin iklim elemanlarının özelliklerini açıklamak
- Kangal İlçesinin iklim modelini yorumlamak

²³ Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Türkçe ve Sosyal Bilimler Eğitimi Bölümü, Coğrafya Eğitimi, fatihkartal.58@hotmail.com, ORCID: 0000-0001-9266-5007.

GİRİŞ

İklim genel olarak uzun yıllar değişiklik göstermeyen ve geniş alanların tüm özelliklerini etkileyen atmosfer olaylarıdır. Uzun yıllarda elde edilen veri depoları ise o çevrenin sıcaklık, basınç, nem, yağış, rüzgâr vb. iklim parametreleri vasıtasıyla elde edilmektedir (Yalçın, Demircan, Ulupınar ve Bulut, 2005). Bahsi geçen atmosferik olaylar insanların hem günlük hem aylık hem de yıllık yaşam planlamalarında önemli bir yer tutmaktadır. Geçmişten günümüze kadar insanoğlu daima elverişli iklime sahip olan yerleri aramış ve oralara yerleşmiştir. Şöyle ki iklim özellikleri, tarım uygulamalarından başlayıp, sanayi alanı, yerleşme planı, ulaşım tesisi gibi birçok beşeri ve ekonomik faaliyetlerin uygulanmalarında etkisini göstermiştir. Bu açıdan iklimsel verilerin bilgisine sahip olarak yaşamak günümüzün gerekliliği haline gelmiştir. Çünkü zaman içerisinde iklim karakterleri çevre üzerinde etkili olmasının yanında insanların yaşam biçimlerini ve kalitesini de şekillendiren bir unsur olmuştur.

Doğadaki birçok canlı ve cansız varlık üzerinde etkili olan iklim faktörü ekolojik süreçleri etkilemektedir. İklim unsurları çevredeki jeomorfolojik süreçlerin işlenmesinde kendisini çok fazla hissettirirken tüm canlıların yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmesinde de rol oynar. İklim şartları bu anlamda her zaman belirleyici unsur olmuş ve dünyadaki canlıların dağılımında önemli rol almaktadır. Özellikle bulunduğu iklime adapte olabilen canlılar yaşamını sürdürebilirken bulunduğu iklime uyum sağlayamayan canlılar ortamdaki zamanla kaybolmaktadır (Demircan, 2019). Bununla birlikte farklı coğrafyalarda farklı iklim tiplerinin oluşması doğal yaşam alanlarında da çeşitlilik meydana getirmiştir. Örneğin insanlar, bitkiler, hayvanlar bazı iklim bölgelerinde hayat bulmakta ve bulunduğu iklimlere adapte olarak ortamda çeşitlik oluşturmaktadır. İklimle bağlı olarak oluşan bu farklılıklar bir yandan canlıların dağılımı ve yaşayış koşullarını genişletirken bir yandan da yayılışlarında önemli bir kısıtlamayı beraberinde getirmektedir.

İklim sistemi kendi içerisinde farklı dinamiklere sahiptir. Genel olarak bazı zamanlar iklimsel değişimler hakkında yorumlar yapılabilirken bazen iklimsel verilerin değişimleri ve yorumları noktasında sebep ve sonuçlar kolay ön görülemezdir. Burada en önemli unsurun periyodik süreçler içerisinde değişim ve dönüşümlerin hızlı olması ve teknolojik faaliyetlerin bu

noktada yetersiz olması gösterilebilmektedir (Coşkun, 2019). İklimsel verilerin kendi içerisindeki farklılıklarını anlamak ve değişimlerin nasıl olduğunu analiz ederek geleceği ön görmek için son derece önem arz etmektedir (Ackerman ve Knox, 2015; Coşkun, 2020). İklimsel verilerini anlayabilmek ve analiz edebilmek ise iklim parametrelerini oluşturan sıcaklık, yağış, basınç, rüzgâr, nemlilik vb. gibi birçok özelliği iyi yorumlayabilmekten geçmektedir. İklim çalışmaları açısından bu parametreler sayesinde elde edilen meteorolojik veriler ulusal ve uluslararası platformlarda iklim ve iklim değişikliklerini yorumlamada önemli katkı sağlamaktadır. Bu parametrelerin yorum ve analizleri sayesinde farklı zaman ve mekân boyutundaki iklim karakterlerini açıklayan birçok bilim insanı literatüre katkı sağlamıştır (Eriñç, 1996; Tayanç vd., 1997; Erol, 1999; Türkeş vd., 2002; Garipağaoğlu, 2003; Demir vd., 2008; Atalay, 2008; Ekin vd., 2008; Atalay, 2010; Atalay, 2017; Erlat, 2013; Emek, 2014; Dabanlı, 2017; Polat ve Sunkar, 2017; Coşkun, 2019; Coşkun, 2020, Kartal, 2022).

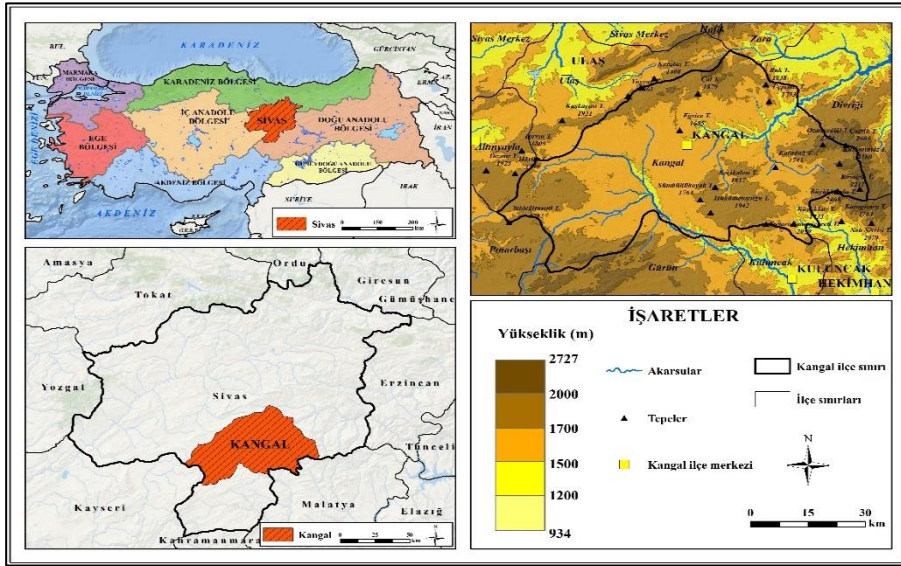
Çalışma bu bağlamda Kangal İlçesinin iklim elemanlarının uzun dönemlerde istatistiki olarak ne gibi özelliklere sahip olduğunu belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışma, bu açıdan sürdürülebilir bir çevrenin oluşturulması ve geleceğe dair sağlıklı planlamaların yapılması noktasında büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmayla birlikte yörenin iklimsel verileri detaylı bir şekilde açıklanmış olacaktır. Ayrıca çalışma sayesinde yöredeki sıcaklık, basınç, rüzgâr, nemlilik ve yağış gibi iklim elemanları açıklanarak ileride yapılacak olan ya da yapılması düşünülen tüm beşerî ve ekonomik faaliyetlerin (tarım, hayvancılık, sanayi, ulaşım yerleşme, ulaşım vb.) planlaması ve sürdürülebilirliği noktasında katkı sağlanması hedeflenmektedir.

1. Araştırma Sahasının Konumu

Çalışma konusunu oluşturan Sivas İli Kangal İlçesi bulunduğu coğrafya itibariyle İç Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Kızılırmak Bölümü ile Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Fırat Bölümü sınırları içerisinde yer almaktadır (Sunkar, 2006). İki bölge sınırında da toprakları bulunan saha idari açıdan Sivas İli topraklarına bağlı olup, doğu-batı doğrultusunda uzanmaktadır. Araştırmanın genel sınırlarını bu haliyle Fırat nehrinin

kollarından olan Tohma ve Çaltı Çaylarının yukarı havzasıyla Karabel Çayı havzaları çizmektedir. Önemli bir kavşak noktası üzerinde bulunması ve avantajlı bir coğrafi konuma sahip olmasından dolayı yöre jeopolitik ve jeostratejik açıdan büyük önem taşımaktadır.

Kangal İlçesi Sivas ve Malatya güzergâhı boyunca 850-05 ve 850-07 devlet karayolu üzerinde konuşlanmış olup Ulaş, Gürün ve Divriği İlçe yolları ile bağlantısı bulunmaktadır. İç Anadolu Bölgesi düzlüklerinden Doğu Anadolu engebeseine geçiş yapan Kangal İlçesinin doğusunda Divriği, kuzeydoğusunda Zara, batısında Altınyayla, kuzeybatısında Ulaş, kuzeyinde Hafik, güneyinde Gürün, güneydoğusunda Malatya, güneybatısında Kayseri yer alır (Harita 1). Toplam yüzölçümü 3700 km² olan saha 39° 23' kuzey enlemi ile 37° 38' doğu boylamı koordinatları arasında yer almaktadır.



Harita 1: Araştırma Sahasının Lokasyon Haritası.

Çalışma sahası olan Kangal İlçesinin genel olarak yeryüzü şekilleri incelendiğinde; ilçenin güney ve batı kesimleri yer yer düzlük sahalardan oluşurken kuzey ve doğu kesimleri engebeli ve yüksek dağ silsilelerinden meydana gelmektedir. Eğim ve engebelerin az olduğu düzlük sahaları ise daha çok Uzunyayla Platosu oluşturmaktadır. Sahadaki önemli su kaynaklarından olan Çaltı, Karabel ve Tohma Çayları ise Uzunyayla Platosu'nun özellikle

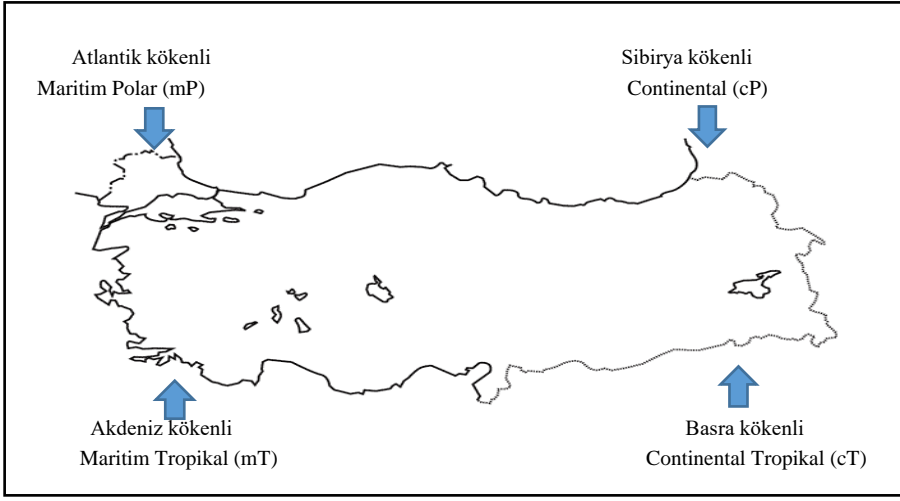
2. Materyal ve Yöntem

Araştırmada Kangal İlçesinin yıllar bazında periyodik verilerinin değerlendirmesini yapabilmek amacıyla sahaya yakın olan Arapgir İlçesi (Malatya) ve Sivas İl'inin meteorolojik ölçüm özellikleri belirlenerek karşılaştırılması yapılmıştır. Meteoroloji Genel Müdürlü (MGM)'nden alınan Kangal'ın 62 yıllık (1959-2021) iklim rasatlarıyla Arapgir'in 63 yıllık rasat verisi (1958-2021) ve Sivas'ın 91 yıllık (1930-2021) iklim verileri sonucunda yorumlamalar yapılmıştır. Böylece bu veriler doğrultusunda sahanın iklim elemanlarının (Sıcaklık, basınç, hâkim rüzgâr yönü, yağış, nem) analizleri yapılmış sonrasında tablo ve şekil olarak iklim özellikleri açıklanmıştır. Araştırma sahasının haritaların çiziminde ArcMap 10.4.1 yazılımı kullanılmıştır. CBS ArcGIS 10.4.1 programından elde edilen veriler Microsoft Excel 2010 programı yardımıyla tablo ve şekillere dönüştürülmüştür. Sıcaklık ve yağış haritaları için ana değişken olarak “Meteoroloji istasyonları” yan değişken olarak ise “yükselti (DEM)” kullanılmıştır. Kangal İlçesinin iklim modeli, yağış verilerinin periyodik süreçlerinin Erinç ve Thornthwaite yöntemlerinin kullanılmasıyla açıklanmıştır. Erinç iklim sınıflandırmasında, esas etmen olarak yağış ve buharlaşmanın neden olduğu maksimum sıcaklık dikkate alınmış olup $Im = P/Tom$ şeklinde formülize edilmiştir (**Im**: Yağış etkinlik indeksi **P**: Yıllık Toplam Yağış (mm) **Tom**: Yıllık Ortalama Maksimum Sıcaklık °C). Thornthwaite iklim sınıflandırılmasında ise sırasıyla $Im=(100*s-60*d)/ETP$ (Yağış etkinlik indeksi), $Ia=(100*d)/ETP$ (Kuraklık indeksi) ve $Ih=(100*s)/ETP$ (Nemlilik indeksi) formülleri kullanılmıştır. Veri toplama yöntemleri araştırmanın birincil veri kaynaklarını oluşturmaktadır. Kurumlardan alınan veri setleri ise ikincil verilerdir. İstatistiksel olarak tablo ve şekillerin hazırlanmasında betimsel tarama modelinden yararlanılmıştır. Çalışmada birincil veri kaynaklarında nitel araştırma yöntemleri kullanılırken ikincil veri kaynaklarında nicel araştırma yöntemlerinden faydalanılmıştır. Bu araştırma, çok fazla yöntem çeşidi kullanıldığından “Karma araştırma modeli” ile yapılmıştır.

3. Çalışma Alanının İklim Özellikleri

Türkiye ölçeğinde iklimsel dağılış incelendiğinde Türkiye'yi yazın ve kışın olmak üzere dört hava kütlesi etkilemektedir. Bu hava kütlelerinden kuzey sektörlü olanlar kışın ve sonbahar mevsimlerinde etkiliyken güney sektörlü hava kütleleri yaz ve ilkbahar mevsimlerinde etkili olmaktadır. Anadolu'nun belli bir düzen halinde mevsimlere bağılı olarak bu hava kütlelerine maruz kaldığı görülmektedir (Erol, 1999). Türkiye'yi etkileyen hava kütleleri ise; Continental Polar (cP) ve Maritim Polar (mP) hava kütleleri ile Continental Tropikal (cT) ve Maritim Tropikal (mT) hava kütleleridir (Taştan, 2019; Kartal, 2022) (Şekil 1).

Ülkemiz yıl boyunca bazı zamanlarda yukarıda belirtilen farklı hava kütlelerinin etkisine girmektedir. Özellikle havaların soğumaya başladığı sonbahar ve kış dönemlerinde kuzeyden gelen Sibiryaya kökenli olan Continental Polar (cP) soğuk hava dalgası sıcaklık değerlerinin düşmesinde önemli rol oynamaktadır (Ünal, 2006). Yine Balkanlar üzerinden Türkiye'ye giriş yapan serin hava kütleleri deniz kenarlarında yoğun yağmurlara neden olurken sıcaklık ortalamalarının düşük olduğu iç kesimlerde etkisini kar yağışları şeklinde göstermektedir (Koçman, 1993). Özellikle iç kesimlerde sıcaklık artışlarının yaşandığı ilkbahar ve yaz dönemlerinde artık yağışlı ve nemli hava, nemini yağış olarak kıyı kesimlerde bıraktıktan sonra yerini kuru havaya bırakmıştır (Erinç, 1996). Bahsi geçen bu iklim özellikleri, çalışma konusu olan Kangal ilçesinin iklim karakteri üzerinde de etkili olmaktadır. Şekil 1'de sahanın hem kuzey hem de güney merkezli hava kütlelerine maruz kaldığı görülmektedir. Özellikle kuzey sektörlü hava kütlelerinin sahada etkin olması, sahanın ortalama yükseltisinin fazla olması yanında engebeli bir yer şekline sahip olması da yıl boyunca sahanın sıcaklık ortalamalarının düşmesinde etkili olmaktadır. Bundan dolayı yörede kış sıcaklık ortalamaları 0°C'nin altına düşmekte, uzun ve kar yağışlı bir kış mevsimi yaşanmaktadır. Yaz mevsimi sıcaklık ortalaması ise yer şekilleri itibariyle yükselti fazla olduğundan serin geçmektedir.



Şekil 1: Türkiye'yi Etkileyen Hava Kütleleri (Kartal, 2022).

İç Anadolu bölgesi ile Doğu Anadolu bölgesi arasında yer şekilleri bakımından düzlük sahadan engebeli sahaya doğru bir geçiş özelliği taşıyan yörenin iklim verileri çevresine göre farklılık göstermektedir. Özellikle yöre etrafının yüksek dağlarla çevrili olmasının yanında ortalama yükseltisinin fazla olması karasal iklim şartlarını daha da belirginleştirmiş olup Kangal, Sivas İli çevresinde yıllık sıcaklık ortalamasının en düşük olduğu ilçe konumundadır. Çalışmada iklimsel verileri detaylı analiz edebilmek için Kangal Meteoroloji İstasyonu'na ait olan veriler ile yöreye en yakın konumda bulunan Arapgir ve Sivas istasyon verileri karşılaştırılmıştır. İklimsel farkların belirgin olarak ortaya konulması açısından bu karşılaştırma büyük önem taşımaktadır.

3.1. Sıcaklık

Küresel ısınmayla birlikte yeryüzünün iklim sistemlerinin açıklanmasında etkili olan birçok eleman vardır. Fakat bu elemanlardan en önemlileri sıcaklık ve yağış parametredir (Kartal, Gözalan ve Öztekin; 2024). Sıcaklık; güneşten kaynağını alır, canlı ve cansız bütün varlıklar üzerinde etkili olan bir iklim elemanıdır. Evrende sıcaklığın dağılışında birçok faktörün etkili olduğu görülmektedir. Bu faktörler kara ve denizlerin dağılışı, enlem, yükselti, yer şekilleri, bitki örtüsü, hava kütleleri, dünyanın günlük ve yıllık hareketleridir. Bu faktörler coğrafi mekân içerisinde canlı

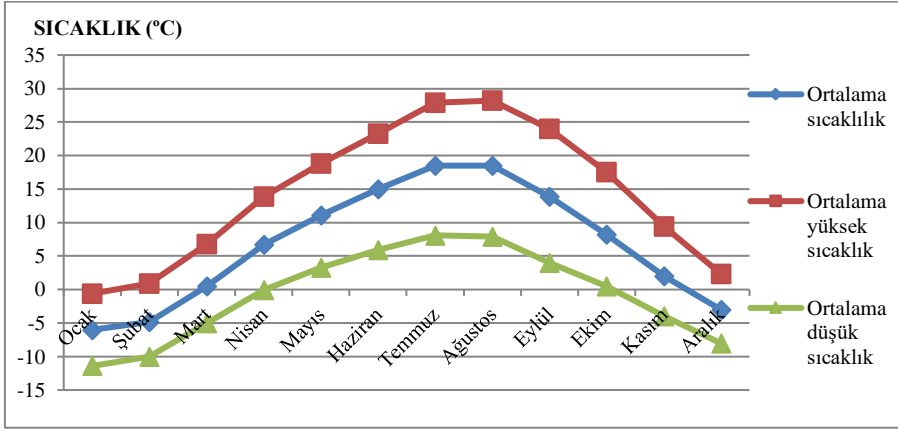
yaşamının düzenlemesi açısından büyük önem taşımaktadır. Çalışmanın bu kısmında Kangal ve yakın çevresinin sıcaklık koşulları değerlendirilerek yıl içerisinde gösterdiği değişiklikler ele alınmıştır. Yine çalışma alanının Ocak ve Temmuz ayı ortalama sıcaklık dağılışı haritalanarak yorum ve analizler, tablo ve şekillerle gösterilmiştir. Bu amaç doğrultusunda araştırma sahasının sıcaklık tahminlerinde Kangal, Arapgir ve Sivas meteoroloji istasyonlarının uzun yıllık rasatları kullanılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1: Araştırma Alanı ve Yakın Çevresindeki Meteoroloji İstasyonları.

| İstasyon Adı | Rakım (m) | Yıllık Periyodu |
|--------------|-----------|-----------------|
| Kangal | 1540 | 1959-2021 |
| Arapgir | 1200 | 1958-2021 |
| Sivas | 1294 | 1930-2021 |

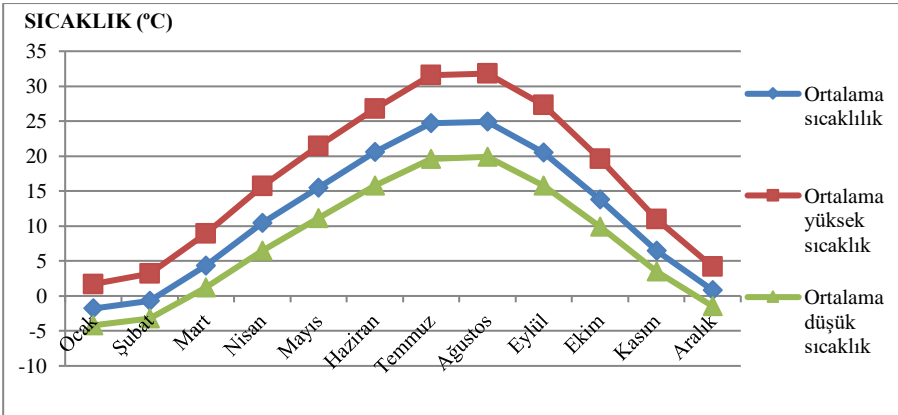
Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir.

Kangal istasyonundan alınan ölçümlere bakıldığında yıllık sıcaklık ortalamasının 6.7°C olduğu görülmektedir. Sıcaklığın en düşük olduğu dönem -6°C ile Ocak ayı olup, en yüksek sıcaklıklar 18.5°C ile Temmuz ve Ağustos aylarıdır (Harita 3 ve 4). Sıcak ve soğuk ayların ortalama amplitüd değeri 24.5°C 'dir. Kangal meteoroloji rasatlarına göre sıcaklıkların maksimum yıllık ortalama değeri 14.4°C 'dir. En yüksek sıcaklık değerine 28.2°C ile Ağustos ayında ulaşılmaktadır. Yine ilçedeki sıcaklıkların minimum yıllık ortalama değeri -0.7°C olarak ölçülmüştür. Minimum sıcaklıkların en düşük sıcaklık değeri ise -11.4°C ile Ocak ayında ölçülmüştür (Şekil 2; Tablo 2).



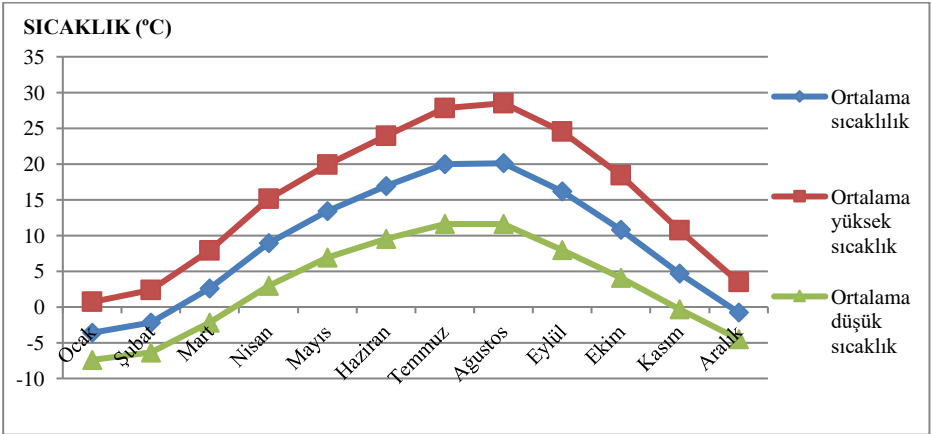
Şekil 2: Kangal'da Ortalama Sıcaklık, Ortalama Yüksek ve Ortalama Düşük Sıcaklıkların Aylık Değişimi.

Arapgir istasyonundan alınan ölçümler sonucunda yıllık ortalama sıcaklığın 11.6°C olduğu görülmektedir. Sıcaklığın -1.8°C ile en düşük olduğu dönem Ocak ayıdır. Sıcaklığın en yüksek olduğu dönem ise 24.9°C ile Temmuz ayıdır. Bu durumda sıcak ve soğuk ay arasındaki ortalama sıcaklıkların amplitüd değeri 26.7°C 'dir. Arapgir istasyon rasatlarına göre maksimum sıcaklıkların yıllık ortalaması 16.9°C 'dir. Sıcaklık ortalamasının en fazla olduğu dönem 31.8°C ile Ağustos ayıdır. Minimum sıcaklıkların yıllık ortalaması ise 7.9°C 'dir. Sıcaklık ortalamasının en düşük olduğu dönem -4.2°C ile Ocak ayıdır (Şekil 3; Tablo 2).



Şekil 3: Arapgir'de Ortalama Sıcaklık, Ortalama Yüksek ve Ortalama Düşük Sıcaklıkların Aylık Değişimi.

Sivas istasyonundan alınan ölçümlerin yıllık ortalama sıcaklığı 8,9°C'dir. Dönem içerisinde sıcaklık ortalamalarının en az olduğu dönem 3.6°C ile Ocak ayıdır. Sıcaklık ortalamalarının en fazla olduğu dönem ise 20.1°C ile Ağustos'tur. Dolayısıyla en sıcak ve en soğuk ayların amplitüd değerinin 23.7°C olduğu görülmektedir. Sivas meteoroloji rasat verilerine göre yıl içerisindeki en yüksek sıcaklıkların ortalaması 15.3°C'dir. Bu durumda, sıcaklık değerinin en yüksek olduğu ay ise 28.5°C ile Ağustos ayıdır. Yine yıl içerisindeki en düşük sıcaklıkların ortalaması 2.8°C'dir. Bu açıdan sıcaklık değerinin en düşük olduğu ay ise -7.4°C ile Ocak ayıdır (Şekil 4; Tablo 2).



Şekil 4: Sivas'ta Ortalama Sıcaklık, Ortalama Yüksek ve Ortalama Düşük Sıcaklıkların Aylık Değişimi.

Tablo 2: Çalışma Sahası ve Çevresindeki İstasyonlarının Aylık Sıcaklık Ortalamaları, Maksimum ve Minimum Sıcaklıkların Aylık Ortalamaları

| Araştırma Alanı ve Yakın Çevresindeki İstasyonlarının Aylık Sıcaklık Ortalamaları | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------|----------|
| İst. Adı | O | Ş | M | N | M | H | T | A | E | E | K | A | Yıl . |
| Kangal | - 6.0 | - 4.8 | 0.5 | 6.7 | 11. 1 | 15. 0 | 18. 5 | 18. 5 | 13. 9 | 8.3 | 2.0 | -3.0 | 6.7 |
| Arapgir | - 1.8 | - 0.7 | 4.3 | 10. 4 | 15. 5 | 20. 6 | 24. 7 | 24. 9 | 20. 5 | 13. 8 | 6.5 | 0.8 | 11. 6 |
| Sivas | - 3.6 | - 2.2 | 2.6 | 8.9 | 13. 4 | 16. 9 | 20. 0 | 20. 1 | 16. 2 | 10. 8 | 4.7 | -0.8 | 8.9 |
| Araştırma Alanı ve Yakın Çevresinde Aylık Ortalama Maksimum Sıcaklıklar | | | | | | | | | | | | | |
| İst. Adı | O | Ş | M | N | M | H | T | A | E | E | K | A | Yıl . |
| Kangal | - 0.6 | 0.9 | 6.8 | 13. 9 | 18. 8 | 23. 3 | 27. 9 | 28. 2 | 24. 0 | 17. 5 | 9.4 | 2.3 | 14. 4 |
| Arapgir | 1.7 | 3.2 | 8.9 | 15. 7 | 21. 4 | 26. 8 | 31. 6 | 31. 8 | 27. 3 | 19. 6 | 11. 0 | 4.2 | 16. 9 |
| Sivas | 0.7 | 2.4 | 7.9 | 15. 1 | 19. 9 | 23. 9 | 27. 8 | 28. 5 | 24. 5 | 18. 4 | 10. 7 | 3.5 | 15. 3 |
| Araştırma Alanı ve Yakın Çevresinde Aylık Ortalama Minimum Sıcaklıklar | | | | | | | | | | | | | |
| İst. Adı | O | Ş | M | N | M | H | T | A | E | E | K | A | Yıl . |
| Kangal | - 11. 4 | - 10. 0 | - 5.0 | - 0.1 | 3.3 | 5.9 | 8.1 | 7.9 | 4.0 | 0.5 | - 4.0 | -8.0 | - 0.7 |
| Arapgir | - 4.2 | - 3.2 | 1.2 | 6.5 | 11. 1 | 15. 8 | 19. 6 | 19. 9 | 15. 8 | 9.9 | 3.5 | -1.5 | 7.9 |
| Sivas | - 7.4 | - 6.4 | - 2.2 | 3.0 | 6.9 | 9.5 | 11. 6 | 11. 6 | 8.0 | 4.1 | - 0.3 | -4.5 | 2.8 |

Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir.

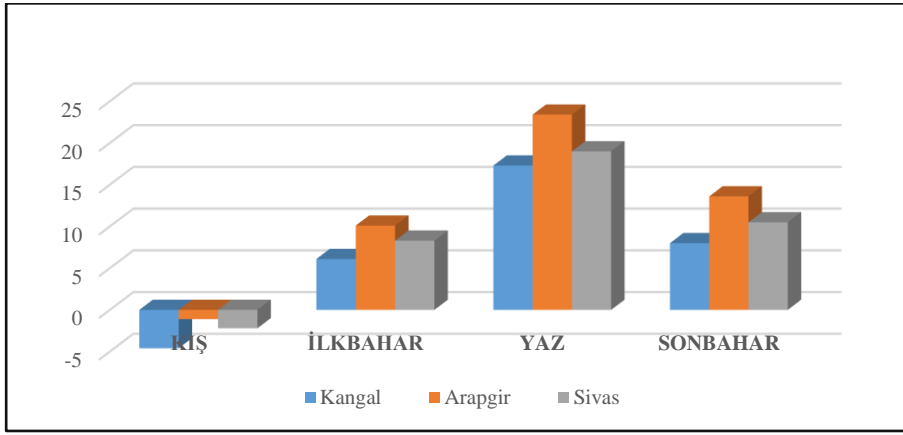
Tüm istasyonların mevsimsel sıcaklık ortalama dağılımlarına bakıldığında kış mevsimi dışında diğer mevsimlerin tamamında sıcaklıkların 0°C'nin üzerinde olduğu görülmektedir. İstasyonların mevsimler bazında sıcaklık dağılımları incelendiğinde; kış mevsiminde sırasıyla sıcaklık ortalaması Kangal'da -4.6°C, Arapgir'de -1.1°C Sivas'ta ise -2.2°C olarak ölçülmüştür. Yaz mevsiminde sıcaklık Kangal'da 17.3°C, Arapgir'de 23.4°C ve Sivas'ta 19°C'dir. İlkbahar mevsiminde Kangal'da 6,1°C, Arapgir'de 10,1°C ve Sivas'ta 8.3°C'dir. Sonbaharda ise sıcaklığın Kangal'da 8°C,

Arapgir'de 13.6°C ve Sivas'ta 10.5°C'olduğu görülmektedir (Tablo 3; Şekil 5).

Tablo 3: Araştırma Alanı ve Yakın Çevresi Sıcaklık Ortalamalarının Mevsimlere Göre Dağılışı (°C).

| İst. | Kış | İlkbahar | Yaz | Sonbahar |
|---------|------|----------|------|----------|
| Kangal | -4.6 | 6.1 | 17.3 | 8 |
| Arapgir | -1.1 | 10.1 | 23.4 | 13.6 |
| Sivas | -2.2 | 8.3 | 19 | 10.5 |

Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir.



Şekil 5: Kangal, Arapgir ve Sivas'ta Sıcaklık Ortalamalarının Mevsimlere Göre Dağılışı (°C).

3.2. Don Olayı

Her canlının yeryüzünde yaşamını devam ettirebilmesi için uygun sıcaklık koşullarına ihtiyacı vardır. Ancak uygun şartlar altında yaşamsal faaliyetlerini gerçekleştiren canlı türleri sıcaklık koşullarının uygun olmadığı durumlarda ortama adapte olamamaktadır. Bu durum, sıcaklıkların çok düşük olduğu özellikle bahar aylarında bitki ve tarım ürünlerinin çiçek, tomurcuk ve sürgünlerine zarar vermekte olup hayati fonksiyonlarını olumsuz etkilemektedir. Bu sebeple çalışma alanı ve yakın çevresinin düşük sıcaklıklardan dolayı don riski yaşadığı dönemler tablo 4'te belirtilmiştir.

Tablo 4: Araştırma Alanı ve Yakın Çevresinde Sıcaklığın -0.1 ve Daha Düşük Olduğu Gün Sayıları.

| İst. Adı | O | Ş | M | N | M | H | T | A | E | E | K | A | Yıl. |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Kangal | 27. | 24. | 23. | 13. | 3.8 | 0.3 | 0.0 | 0.1 | 3.2 | 12. | 21. | 25. | 154. |
| | 1 | 0 | 6 | 1 | | | 3 | 0 | 4 | 5 | 0 | 2 | 4 |
| Arapgir | 24. | 19. | 9.5 | 0.6 | | | | | | 0.1 | 4.8 | 18. | 77.5 |
| | 2 | 7 | | | | | | | | | | 5 | |
| Sivas | 27. | 23. | 19. | 6.1 | 0.4 | 0.0 | | | 0.2 | 4.0 | 15. | 22. | 118. |
| | 1 | 2 | 4 | | | 2 | | | | 6 | 2 | 7 | 6 |

Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir.

Tablo 4'e göre çalışma alanı ve çevresindeki istasyon verileri doğrultusunda sıcaklığın -0.1 ve daha düşük olduğu gün sayısına göre yıllık ortalamasının en düşük olduğu istasyon 77.5 gün ile Arapgir iken en yüksek olduğu istasyon çalışma alanı olan 154.4 gün ile Kangal'dır. Arapgir'de yılın beş ayı (Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül), Sivas'ta yılın iki ayı (Temmuz ve Ağustos) don olayı görülmezken Kangal istasyon ölçümlerine göre tüm aylarda don olayının yaşandığı görülmektedir. Dolayısıyla çalışma sahasında toprağın don olayına maruz kalması tarımsal faaliyetleri olumsuz etkilemektedir.

3.3. Basınç ve Rüzgârlar

Atmosferin kendi dinamiğinde miktarı değişen ve değişmeyen gazlardan oluştuğu görülmektedir. Bu gazların yere uyguladıkları belli oranda kuvvetleri mevcut olup gazların yapmış oldukları bu ağırlığa atmosfer basıncı adı verilmektedir. Bununla birlikte atmosfer basıncı daima değişkenlik gösteren bir yapıya sahiptir. Şöyle ki basınç sıcaklık ve yükseltiyle ters orantılıyken yer çekimi ve yoğunluk ile doğru orantılı bir ilişkiye sahiptir (Dönmez, 1979). Özellikle sıcaklığın etkisine bağlı olarak ısınan havanın yükselip gazların yere uyguladığı basınç azalırken, soğuyan havanın ağırlaşp yere yaptığı basınç fazla olmaktadır (Taşkiran, 2010). Araştırma alanı ve yakın çevresini kapsayan Kangal, Arapgir ve Sivas meteoroloji istasyonlarının basınç değerleri incelendiğinde; Kangal istasyonunda yıl içerisindeki basınç ortalamasının 847.6 mb olduğu görülmektedir. Kangal'da en yüksek basınç değeri 850.4 mb ile Ekim ayında ölçülürken en düşük basınç değeri 845.9 mb ile Nisan ve Temmuz ayında ölçülmektedir. Arapgir istasyon ölçümünde yıllık basınç ortalaması 878.7 mb iken en yüksek basınç değerinin

882.4 mb ile Kasım ayında en düşük basınç değeri 874.5 mb ile Temmuz ayında olduğu görülmektedir. Sivas istasyon ölçümüne göre ise yıllık basınç ortalaması 871.8 mb olup en yüksek basınç değeri 874.7 mb ile Kasım ayı en düşük basınç değeri 869.3 mb ile Temmuz ayında olduğu görülmektedir (Tablo 5). Genel olarak istasyonların basınç değerlerinin farklı olması üzerinde sıcaklık ile basınç arasındaki ilişkinin etkili olduğu görülmektedir. Şöyle ki sıcaklıkların arttığı yaz mevsiminde basınç değeri düşerken sıcaklıkların azalma gösterdiği kış mevsiminde ise basıncın değerleri artmaktadır. Bu olayın gerçekleşmesinde Anadolu'nun kışın oldukça soğuk olması ve çoğu zaman Sibiryaya üzerinden gelen soğuk havanın İç ve Doğu Anadolu'yu işgal etmesi etkili olmuştur. Ülkemizde bu durum değişiklik göstermekte olup yazın Anadolu'nun büyük bir kısmı karasal tropikal bir havanın etkisine girmektedir. Özellikle Güneydoğudaki Basra alçak basıncının etkili olması basıncın düşmesinde önemli bir rol oynamıştır (Türkeş ve Altan 2011, İrdem, 2019). Bu durum bulunduğu ortam içerisinde sıcak ve kurak bir iklim karakteri meydana getirmiştir.

Tablo 5: Araştırma Alanı ve Çevresinin Ortalama Basınç Değerleri (mb).

| İst. Adı | O | Ş | M | N | M | H | T | A | E | E | K | A | Yıl. |
|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Kanga | 847 | 846 | 846 | 845 | 847 | 846 | 845 | 846 | 849 | 850 | 850 | 848 | 847.6 |
| l | .7 | .5 | .0 | .9 | .0 | .8 | .9 | .9 | .0 | .4 | .0 | .8 | |
| Arapgi | 880 | 879 | 878 | 877 | 877 | 876 | 874 | 875 | 878 | 881 | 882 | 882 | 878.7 |
| r | .9 | .4 | .1 | .5 | .7 | .2 | .5 | .2 | .3 | .6 | .4 | .3 | |
| Sivas | 873 | 872 | 870 | 869 | 870 | 870 | 869 | 870 | 872 | 874 | 874 | 874 | 871.8 |
| | .7 | .0 | .9 | .5 | .5 | .3 | .3 | .2 | .5 | .5 | .7 | .0 | |

Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir.

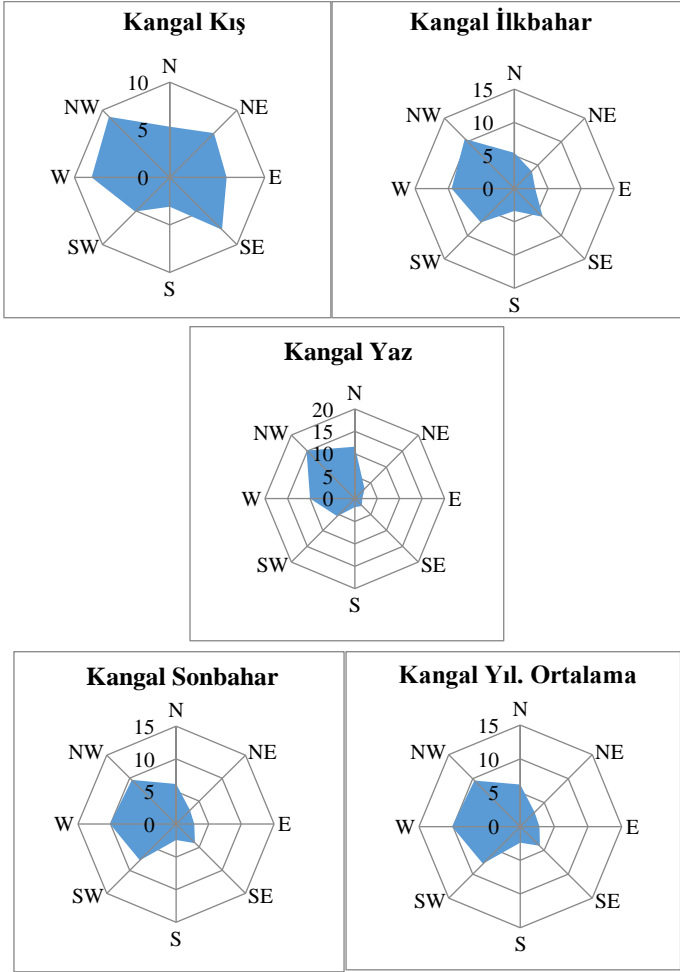
Rüzgârlar hava basıncının değişimine bağlı olarak yüksek basınçtan alçak basınca doğru yatay yönde hareket eden hava akımları olarak bilinmektedir. Rüzgârların sıcaklık, yağış ve nem gibi iklim elemanları üzerinde etkili olduğu bilinmektedir (Ayhan, 2013). Dolayısıyla rüzgârlar coğrafi ortamın iklimini, tarımını, ticaretini ve turizmini şekillendiren en önemli unsurlardır. Bu açıdan çalışma konusunu oluşturan Kanga istasyonunun rüzgâr özelliklerinin belirlenmesi yönünde mevsimsel ve yıllık esme istikamet yönleri belirlenmiştir. Kanga istasyon ölçümlerinin mevsimsel olarak dağılımına bakıldığında; kış mevsiminde rüzgârlar en çok

NW yönünde %9.0 esme frekansına sahiptir. Rüzgârların en az estiği dönem S yönünde olup esme frekans %3.1'dir. Rüzgârlar İlkbahar mevsiminde en çok NW yönünde %10.6 esme frekansına sahiptir ve rüzgârların en az estiği dönem E yönünde olup esme frekans %3.1'dir. Rüzgârlar, yaz mevsiminde en çok NW yönünde %15.2 esme frekansına sahiptir ve rüzgârların en az estiği dönem E yönünde olup esme frekans %1.7'dir. Rüzgârlar sonbahar mevsiminde en çok W yönünde %10.1 esme frekansına sahiptir. Rüzgârların en az estiği dönem S yönün olup esme frekans %2.4'tür. Kangal istasyon ölçümüne göre yıllık ortalamada en çok frekans oranına sahip olan rüzgârlar NW yönlü %11.1 esme frekansına sahipken en az frekans oranını S yönlü %2.7 esme frekansına sahip rüzgârlarda görülmektedir (Tablo 6; Şekil 6).

Tablo 6: Araştırma İstasyonunun Mevsimlik ve Yıllık Rüzgâr Esme Frekansları (%).

| | Yön | Kış | İlkbahar | Yaz | Sonbahar | Yıl. |
|----------------------------|-----|-----|----------|------|----------|------|
| KANGAL İST. (1959-2021) | N | 5.3 | 5.4 | 11.6 | 6.2 | 7.1 |
| | NE | 6.6 | 3.7 | 3.1 | 3.0 | 4.1 |
| | E | 6.0 | 3.1 | 1.7 | 2.8 | 3.4 |
| | SE | 7.8 | 6.0 | 2.3 | 4.1 | 5.1 |
| | S | 3.1 | 3.4 | 1.9 | 2.4 | 2.7 |
| | SW | 5.1 | 7.2 | 5.5 | 7.8 | 5.0 |
| | W | 8.2 | 9.5 | 10.0 | 10.1 | 9.5 |
| | NW | 9.0 | 10.6 | 15.2 | 9.6 | 11.1 |

Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir.



Şekil 6: Kangal'a Ait Mevsimlik ve Yıllık Rüzgâr Frekans Gülleri.

Kangal'da rüzgârların yıl içerisindeki ortalama hızına bakıldığında yıllık 2.2 m/s bir değere sahip olduğu görülmektedir. Dönem içerisinde rüzgârların hızının en az olduğu ay 1.3 m/s ile Eylül ayı olup, E istikametinde esmektedir. Yıl içerisinde rüzgârların hızının en fazla olduğu ay ise 3.8 m/s ile Ocak ve Mart aylarında olup SE istikametinde estiği ölçülmüştür (Tablo 7).

Tablo 7: Araştırma İstasyonunun Aylık ve Yıllık Rüzgâr Esme Hızları (m/s).

| KANGAL İST. | O | Ş | M | N | M | H | T | A | E | E | K | A | Yıl |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| N | 1.6 | 1.8 | 2.4 | 2.2 | 2.0 | 2.6 | 2.8 | 2.8 | 2.2 | 1.7 | 1.5 | 1.6 | 2.1 |
| NE | 1.6 | 1.6 | 1.8 | 1.8 | 1.7 | 1.8 | 2.0 | 1.8 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 1.5 | 1.7 |
| E | 2.0 | 1.9 | 2.0 | 2.0 | 1.8 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 1.3 | 1.4 | 1.6 | 1.7 | 1.7 |
| SE | 3.8 | 3.7 | 3.8 | 3.6 | 2.9 | 2.2 | 1.8 | 1.7 | 1.7 | 2.3 | 2.8 | 3.6 | 2.8 |
| S | 3.2 | 3.3 | 3.6 | 3.7 | 3.0 | 2.3 | 1.8 | 1.6 | 2.1 | 2.4 | 2.8 | 3.0 | 2.7 |
| SW | 2.1 | 2.6 | 2.8 | 2.9 | 2.6 | 2.1 | 1.9 | 1.7 | 1.9 | 2.0 | 2.0 | 1.9 | 2.2 |
| W | 2.6 | 2.7 | 3.0 | 2.8 | 2.6 | 2.3 | 2.0 | 2.1 | 2.0 | 1.8 | 2.0 | 2.3 | 2.4 |
| NW | 2.1 | 2.3 | 2.4 | 2.7 | 2.5 | 2.9 | 2.9 | 2.8 | 2.4 | 1.9 | 1.9 | 1.8 | 2.4 |
| TOPLAM | | | | | | | | | | | | | 2.2 |

Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir.

3.4. Nemlilik ve Yağış

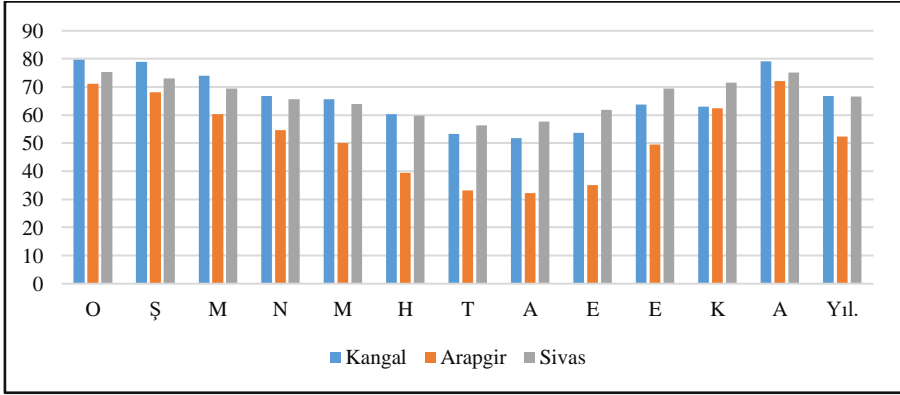
Atmosferde bulunan su buharına nem adı verilmektedir. Nem, mutlak, maksimum ve bağıl nem olmak üzere çeşitlere ayrılmaktadır (Coşkun, 2003). Nemlilik kavramıyla güneşlenme süresi, basınç şartları ve sıcaklık gibi coğrafi özelliklerin yakın ilişkisi bulunmaktadır. Özellikle sıcaklığın nem ile ilişkisine dikkat edildiğinde sıcaklık ile ters orantılı olmasından dolayı yıllık nem değerleri kış mevsiminde yükselirken yaz mevsiminde basınç değerlerinin düştüğü görülmektedir (Tapur, 2003).

Çalışma sahası ve çevresindeki istasyonların yıl içerisindeki bağıl nem ortalamalarına bakıldığında oranın %52,4 ile %66,7 arasında değiştiği görülmektedir. Bağıl nem ortalamasının yıl içerisinde en fazla olduğu yer %66,7 oranla Kangal iken en az olduğu yer ise %52,4 oran ile Arapgir'dir. Bununla birlikte istasyonların aylık ölçümleri incelendiğinde; en düşük bağıl nem oranı Arapgir ve Kangal'da Ağustos ayında Sivas'ta ise Temmuz ayındadır. En fazla bağıl nem oranları Arapgir'de Aralık ayında Kangal ve Sivas'ta ise Ocak ayında olduğu görülmektedir (Tablo 8; Şekil 7).

Tablo 8: Çalışma Sahası ve Çevresindeki Bağlı Nemin Yıllık Ortalaması.

| İst. Adı | O | Ş | M | N | M | H | T | A | E | E | K | A | Yıl. |
|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------|
| Kangal | 79. 7 | 79. 0 | 74. 0 | 66. 7 | 65. 7 | 60. 3 | 53. 3 | 51. 7 | 53. 7 | 63. 7 | 73. 3 | 79. 1 | 66.7 |
| Arapgir | 71. 2 | 68. 2 | 60. 3 | 54. 7 | 50. 0 | 39. 4 | 33. 2 | 32. 3 | 35. 0 | 49. 6 | 62. 5 | 72. 1 | 52.4 |
| Sivas | 75. 3 | 73. 0 | 69. 5 | 65. 7 | 63. 9 | 59. 8 | 56. 3 | 57. 7 | 61. 8 | 69. 4 | 71. 5 | 75. 2 | 66.6 |

Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir.

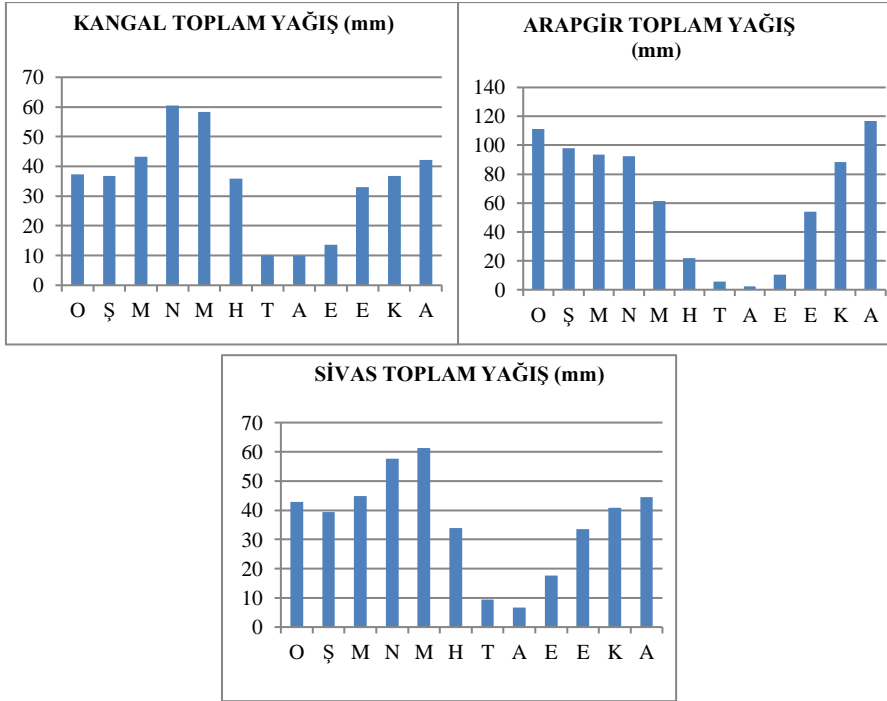
**Şekil 7:** Araştırma Alanında Bağlı Nem Oranının Aylık Değişimi (%).

Yağış: 1959-2021 yılları arasında Kangal Meteoroloji İstasyonu verilerine göre yıllık yağış ortalamasının 417.5 mm olduğu görülmektedir. Çalışma sahası istasyonu ile çevresindeki istasyonların meteorolojik verileri analiz edildiğinde; Arapgir'in yıllık ortalama yağış değerleri 756.0 mm iken Sivas'ın yağış ortalaması 432.0 mm'dir. Kangalda yağış ortalamasının düşük olmasındaki en büyük sebep etrafının yüksek dağlarla çevrili olmasından dolayı nemli havanın iç kesimlere sokulamamasıdır. Yağışlı aylar incelendiğinde Arapgir'de Aralık ayında (116.8 mm), Kangal'da Nisan ayında (60.4 mm), Sivas'ta ise Mayıs ayında (61.2 mm) en fazla yağışın düştüğü görülür. En az yağışın olduğu aylar ise bütün istasyonlarda Ağustos ayı olarak dikkati çekmektedir (Tablo 9; Şekil 8).

Tablo 9: Araştırma Alanı ve Yakın Çevresindeki Meteoroloji İstasyonlarının Aylık Ortalama Yağış Toplamları.

| İst. adı | O | Ş | M | N | M | H | T | A | E | E | K | A | Yıl. |
|----------|-------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|-------|-------|
| Kangal | 37.4 | 36.7 | 43.2 | 60.4 | 58.4 | 35.9 | 10.0 | 9.9 | 13.7 | 33.0 | 36.7 | 42.2 | 417.5 |
| Arapgir | 111.3 | 98.1 | 93.5 | 92.5 | 61.3 | 22.0 | 5.5 | 2.3 | 10.4 | 54.1 | 88.2 | 116.8 | 756.0 |
| Sivas | 42.8 | 39.3 | 44.8 | 57.7 | 61.2 | 33.8 | 9.4 | 6.7 | 17.6 | 33.5 | 40.8 | 44.4 | 432.0 |

Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir.

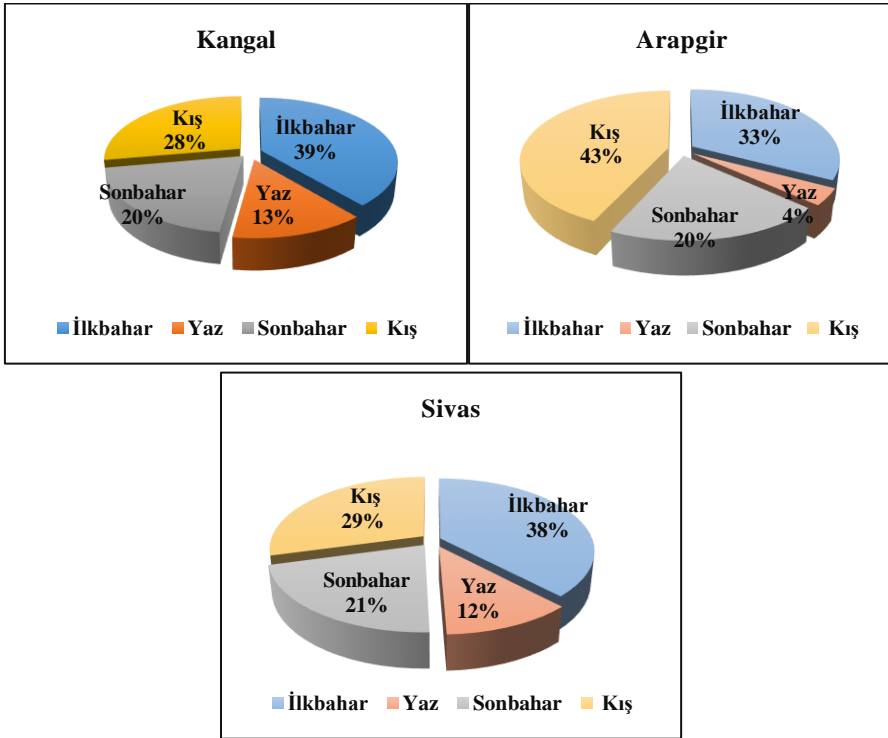
**Şekil 8:** Araştırma Alanı ve Yakın Çevresindeki Meteoroloji İstasyonlarının Aylık Ortalama Yağış Değerleri.

Çalışma alanı ve yakın çevresindeki istasyon verilerine bakıldığında yaz mevsiminin en kurak dönem olduğu görülmektedir. Arapgir istasyonu en fazla yağışı kış mevsiminde alırken, diğer istasyonlarda en fazla yağışlı dönemin ilkbahar mevsimi olduğu görülmektedir (Tablo 10; Şekil 9). Bununla birlikte araştırma sahası olan Kangal'da en fazla yağış %38.8 ile ilkbahar da görülürken en az yağışın %13.3 oranı ile yaz mevsimidir.

Tablo 10: Araştırma Alanı ve Yakın Çevresindeki Meteoroloji İstasyonlarının Toplam Yağış Oranlarının Mevsimlere Göre Dağılışı (%).

| İst. adı | Veri Peryodu | Mevsimlik Yağış Toplamları (mm) ve Yüzdeleri | | | | | | | |
|----------------|--------------|--|------|----------|------|------|------|----------|------|
| | | Kış | | İlkbahar | | Yaz | | Sonbahar | |
| | | mm | % | mm | % | mm | % | mm | % |
| Kangal | 1959-2021 | 116.3 | 27.8 | 162 | 38.8 | 55.8 | 13.3 | 83.4 | 19.9 |
| Arapgir | 1958-2021 | 326.2 | 43.4 | 247.3 | 32.9 | 29.8 | 3.9 | 152.7 | 20.3 |
| Sivas | 1930-2021 | 126.5 | 29.2 | 163.7 | 37.8 | 49.9 | 11.5 | 91.9 | 21.2 |

Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir.



Şekil 9: Araştırma Alanı ve Çevresindeki Yağışların Mevsimlere Dağılışı.

4. Kangal'ın İklim Modeli

Coğrafi bir mekân içerisinde iklim rasatları uzun yıllar o yörenin iklimi hakkında yorum yapılabilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. İç Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Kızılırmak Bölümü'nde bulunan Kangal ilçesi bariz yaz kuraklığı ve sıcaklığının yanı sıra kış mevsiminin sert ve kar yağışlı

geçmesiyle tipik karasal iklim özelliği göstermektedir. Kangalın iklimsel özellikleri evrensel iklim sınıflandırmaları kapsamında değerlendirildiğinde; Aydeniz iklim sınıflamasına göre; Kangal'ın iklim tipi yarı kurak olup kuraklık katsayısı 0,89'dur. De Martonne İklim Sınıflandırmasına göre; kuraklık indisi 13.76 olup yarı kurak-nemli arası bir iklime sahiptir. Trewartha İklim Sınıflandırmasına göre; kış mevsimi iklim tipi kışları soğuk (-6-21°C) iken yaz mevsimi iklim tipi yazları ılık (18.58°C)'tır. Bu iklim sınıflamalarının yanında Kangal meteoroloji istasyonu verilerinin Erinç ve Thornthwaite yöntemlerine göre iklim sınıflandırması incelendiğinde;

4.1. Erinç Yöntemine Göre İklim Sınıflandırması

Erinç, yönteminde kurak ve nemli iklimlerin tespitinde ortalama sıcaklıkları değil, ortalama en yüksek sıcaklıkları kullanmıştır. Bu sınıflandırmada yağış indisi hesaplanırken sıcaklıkların 0°C altına düştüğü dönemler dikkate alınmamış olup Erinç'in kullanmış olduğu yağış etkinlik indisi Türkiye'nin iklim koşullarını doğru yansıtması açısından önemli bir sınıflamadır.

Tablo 11: İstasyonların Erinç Yöntemine Göre Aylık ve Yıllık Yağış Etkinlik İndisleri ve İklim Sınıfları.

| İst. adı | O | Ş | M | N | M | H | T | A | E | E | K | A | Yıl. |
|----------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|------------|
| | 37.4 | 36.7 | 43.2 | 60.4 | 58.4 | 35.9 | 10.0 | 9.9 | 13.7 | 33.0 | 36.7 | 42.2 | 34.7 |
| Kangal | Yarı Nemli | Yarı Nemli | Nemli | Çok Nemli | Çok Nemli | Yarı Nemli | Kurak | Kurak | Kurak | Yarı Nemli | Yarı Nemli | Nemli | Yarı Nemli |
| | 111.3 | 98.1 | 93.5 | 92.5 | 61.3 | 22.0 | 5.5 | 2.3 | 10.4 | 54.1 | 88.2 | 116.8 | 63 |
| Arapgir | Çok Nemli | Çok Nemli | Çok Nemli | Çok Nemli | Çok Nemli | Yarı Kur. | Tam Kur. | Yarı Kur. | Kurak | Nemlili | Çok Nemli | Çok Nemli | Çok Nemli |
| | 42.8 | 39.3 | 44.8 | 57.7 | 61.2 | 33.8 | 9.4 | 6.7 | 17.6 | 33.5 | 40.8 | 44.4 | 36 |
| Sivas | Nemli | Yarı Nemli | Nemli | Çok Nemli | Çok Nemli | Yarı Nemli | Kurak | Kurak | Yarı Kur. | Yarı Nemli | Nemli | Nemli | Yarı Nemli |

Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir.

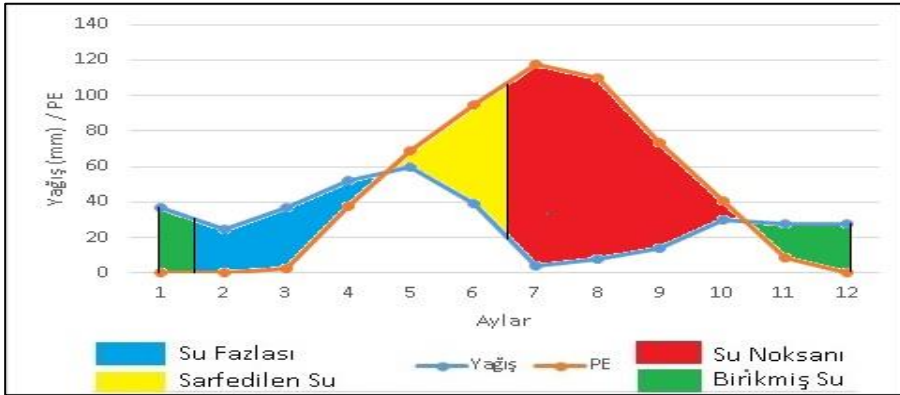
Tablo 11’de araştırma alanı ve yakın çevresindeki tüm meteoroloji istasyonlarının iklimsel verileri Erinç yöntemine göre incelendiğinde; istasyonların tamamının Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında kuraklık oranı fazladır. Fakat Arapgir istasyonunun bu ayların dışındaki tüm aylarda nem oranı diğer istasyonlardan fazladır. Kangal ve Sivas’ın iklim özellikleri ise bu anlamda benzerlik göstermektedir. Bununla birlikte tüm istasyonlarda Nisan ve Mart aylarında nem oranı fazla olup iklim tiplerinden Erinç’in yıllık değerlendirmesine göre Arapgir çok nemli, Kangal ve Sivas ise yarı nemli iklim sınıflamasına aittir.

4.2. Thorntwaite Yöntemine Göre İklim Sınıflandırması

Thorntwaite iklim sınıflandırmasını buharlaşma-yağış ve buharlaşma-sıcaklık arasındaki ilişkiyi temele alarak oluşturmuştur. Thorntwaite’e göre yağışın buharlaşmadan daha fazla olduğu bölgelerde toprak suya doymuş haldedir ve bu bölgelerde su fazlalığı vardır. Bu durumda bu bölgenin ikliminde nemlilik oranı fazladır. Buna karşın, yağış miktarının buharlaşma

oranından daha az olduğu bölgelerde ise toprakta su birikmemekte böylece bitkilerin canlı yaşamı için gerek duyduğu birikmiş su açığı ortaya çıkmaktadır. Bu gibi bölgelerde toprakta su noksanlığı bulunmaktadır. Böylece bölge ya da yörenin iklimi kurak olmaktadır.

Kangal'da Kasım ayında yağış miktarı, PE'den fazla olduğu için toprakta su birikmeye başlamıştır. Bu durum yağış miktarının PE'den fazla olduğu Mayıs ayına kadar devam eder. Haziran ayından itibaren Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında yağış miktarlarının buharlaşma oranlarından da az olması nedeniyle birikmiş su kullanılmakta ve bu aylarda toprakta su noksanı oluşmaktadır (Şekil 10; Tablo 11). Bununla birlikte nemlilik oranlarının Mayıs'tan itibaren bu aylarda düşüken diğer aylarda yüksek olduğu görülmektedir.



Şekil 10: Kangal Meteoroloji İstasyonunun Thornthwaite Yöntemine Göre Su Bilançosu.

Tablo 11: Kangal İstasyonunun Thorntwaite Yöntemine Göre Su Bilançosu.

| | O | Ş | M | N | M | H | T | A | E | E | K | A | Yıl. |
|------------------|-------|------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|---------------|
| Sıcaklık | -6 | -4,8 | 0,5 | 6,7 | 11,1 | 15 | 18,5 | 18,5 | 13,9 | 8,3 | 2 | -3 | 6,725 |
| İndis | 0 | 0 | 0,03 | 1,56 | 3,34 | 5,28 | 7,25 | 7,25 | 4,7 | 2,15 | 0,25 | 0 | 31,81 |
| Düzeltilmemiş PE | 0 | 0 | 2,49 | 33,85 | 56,26 | 76,17 | 94,06 | 94,06 | 70,55 | 41,99 | 10,03 | 0 | |
| Enlem | 0,85 | 0,84 | 1,03 | 1,1 | 1,23 | 1,24 | 1,25 | 1,17 | 1,04 | 0,96 | 0,84 | 0,83 | |
| Düzeltilmiş PE | 0 | 0 | 2,56 | 37,24 | 69,2 | 94,45 | 117,58 | 110,05 | 73,37 | 40,31 | 8,43 | 0 | 553,19 |
| Yağış | 36,9 | 24,4 | 36,9 | 52,1 | 60 | 39,2 | 4,1 | 7,9 | 14,1 | 30,3 | 27,4 | 27,3 | 360,6 |
| Depo Değişikliği | 36,9 | 24,4 | 0 | 0 | -9,2 | -55,25 | -35,55 | 0 | 0 | 0 | 18,97 | 27,3 | |
| Depo Değişikliği | 83,17 | 100 | 100 | 100 | 90,8 | 35,55 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18,97 | 46,27 | |
| Gerçek Evapotr. | 0 | 0 | 2,56 | 37,24 | 69,2 | 94,45 | 39,65 | 7,9 | 14,1 | 30,3 | 8,43 | 0 | 303,83 |
| Su Noksanı | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 77,93 | 102,15 | 59,27 | 10,01 | 0 | 0 | 249,36 |
| Su Fazlası | 0 | 7,57 | 34,34 | 14,86 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 56,7 |
| Yüzeysel Akış | 0 | 3,79 | 19,08 | 16,99 | 8,49 | 4,25 | 2,12 | 1,06 | 0,53 | 0,26 | 0,13 | 0 | 56,7 |
| Nemlilik Oranı | 36,9 | 24,4 | 13,41 | 0,4 | -0,13 | -0,58 | -0,97 | -0,93 | -0,81 | -0,25 | 2,25 | 27,3 | 100,99 |

Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir.

Kangal istasyonu iklim verileri sonucunda Thorntwaite formülüne göre C1 C'2 s2 d a' olarak formülize edilmiştir. Bu veriler doğrultusunda Kangal istasyonunun iklimi yarı nemli yarı kurak, orta sıcaklıkta (Mezotermal) bir özelliğe sahiptir. Bununla birlikte Thorntwaite yöntemine göre yörede su fazlası Şubat, Mart ve Nisan ayı dışında çok olmamakla birlikte su noksanları Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında fazlaca görülmektedir. Yine yöre 29.85'lik yaz buharlaşma oranı ile <48 değerini altına düşmesinden dolayı karasal iklime yakın bir iklim karakteri göstermektedir.

5. Sonuç ve Öneriler

Kangal'ın iklim modeli İç Anadolu Karasal iklim tipine bağlı olarak kurak ve yarı kurak iklim özelliği göstermektedir. Saha farklı zamanlarda farklı hava kütlelerinin etkisinde kalmaktadır. Bu açıdan hem kuzey kaynaklı soğuk hava kütlelerinin sahada etkili olması hem de ortalama yükseltisinin

fazla olması Kangal'ın iklimi üzerinde oldukça etkili olmaktadır. Bu sebeple sahanın yıllık sıcaklık ortalaması çevresine göre oldukça düşüktür. Sonuç olarak Kangal istasyonundan alınan ölçümlere göre yıllık ortalama sıcaklık 6.7°C olup sıcaklığın en düşük olduğu dönem sert ve kar yağışlı geçen kış mevsimidir. Yazlar ise yörede genel olarak sıcak ve kurak geçmektedir. Çalışma sahasının çevresindeki istasyonların verilerine göre Arapgir'in ortalama sıcaklığı 11.6°C iken Sivas'ın ortalama sıcaklığı 8.9°C'dir. Bu veriler doğrultusunda Kangalın hem aylık hem de yıllık ortalama sıcaklıklarının çevresine göre düşük olduğu görülmektedir. Yörede yıllık sıcaklık ortalamalarının çok düşük olması beraberinde her mevsim don riskini getirmiştir. Don olayları, özellikle bahar aylarında bitki ve tarım ürünlerinin çiçek, tomurcuk ve sürgünlerine zarar vermekte olup hayati fonksiyonlarını olumsuz yönde etkilemektedir.

Kangal istasyonunun yıl içerisindeki basınç ortalaması 847.6mb'dır. Yörede en fazla basınç değeri Ekim ayında 850.4mb olarak ölçülürken en az basınç değeri 845.9mb ile Nisan ve Temmuz ayında görülmektedir. Kangal'ın yıl içerisinde ortalama hızı 2.2 m/s olarak ölçülmüştür. Rüzgârların yörede daha çok kuzey yönlü esmesi hem kışların daha sert ve soğuk geçmesine neden olmakta hem de ilkbaharda tarım ürünlerinin çiçek açma dönemlerine rastladığından dolayı olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Bu olumsuzluklar çiftçilerin zirai faaliyetlerinde verim düşüklüklerine neden olurken aynı zamanda tarımda dönemsel dalgalanmaları meydana getirmektedir.

Kangal'ın 1959-2021 yılları arasındaki yağış ortalamasına bakıldığında 417.5 mm olduğu görülmektedir. Bu durum Arapgir'de 756.0 mm Sivas'ta 432.0 mm'dir. Kangalda yağış ortalamasının diğer istasyonlara oranla düşük olmasında nemli hava kütlelerinin dağlık sahaya nüfuz edememesi etkili olmuştur. Yörede yağışın mevsimsel olarak dağılışı incelendiğinde; %38.8 oranla en fazla yağış ilkbaharda, en düşük yağışlar %13.3 ile yaz mevsiminde görülmektedir. Ortalama ve mevsimsel yağış verileri Kangal İlçesinde yağışlara bağlı olarak yapılması düşünülen faaliyetler için kolaylıklar sağlamaktadır. Çalışma alanının yıl içerisindeki bağıl nem ortalamasının % 64,8 olduğu görülmektedir. Yöredeki bağıl nem kış mevsiminde yükselirken yaz mevsiminde düştüğü görülmektedir. Dolayısıyla bağıl nemin en az olduğu ay Ağustos iken en yüksek olduğu ay Ocak'tır.

Kangal meteoroloji istasyonunun iklim tipini belirlemek amacıyla yapılan iklim sınıflaması sonucunda Erinç göre tüm istasyonlarda yaz mevsiminde kuraklık ve nem azlığı görülürken Nisan ve Mart aylarında nem oranı fazladır. Dolayısıyla Erinç'in yıllık iklim tipi değerlendirmesine göre Arapgir çok nemli, Kangal ve Sivas ise yarı nemli iklim sınıflamasına ait olduğu görülmektedir. Ayrıca Kangal istasyonu iklim verileri Thornthwaite göre C1 C'2 s2 d a' olarak formülize edilmiş olup karasal iklime yakın bir iklim tipine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Bir yerin doğal coğrafi özellikleri bulunduğu alanın tüm özelliklerini etkilemektedir (Yürüdü, 1991). Bu açıdan çalışma sahasının yeryüzü şekilleri ve iklim özellikleri yörenin tarımsal faaliyetleri başta olmak üzere ulaşım, turizm ve sanayi gibi birçok beşeri faaliyeti de etkilemektedir. Şöyle ki Kangalın yıllık ortalama sıcaklığının çevresine göre düşük ve don riskinin fazla olması tarımsal faaliyetler açısından bitkilerin vejetasyon sürelerinin kısaltarak tarımsal sınırlılıklar oluşturup verim düşüklüğüne neden olmaktadır. Ayrıca yörede yağış azlığı ve mevsimsel düzensizliği, tarım ürünlerinde yıldan yıla dalgalanmalara neden olmaktadır. Bununla birlikte kuraklık sebebiyle tarımda daha çok kuru tarım yöntemi kullanılmaktadır. Yöre sulu tarım açısından sınırlı imkânlarla sahip olup tarımsal çeşitlilik kısıtlıdır. Yine kışın karlı ve donlu gün sayısının fazla olması ulaşımı olumsuz yönde etkilemektedir. Bu araştırma kapsamında;

- Araştırma sahasında sıcaklık ortalamalarının düşük, yağış oranlarının düzensiz ve az olmasından dolayı yöreye uygun yerleşme ve ekonomik faaliyetler uygulanmalıdır
- Karasal bir iklim özelliği gösteren yörede uzun vadeli planlamalar yapılarak iklime daha iyi adapte olmuş ürünler tercih edilmelidir. Bu sayede Kangal ilçesi, hem bulunduğu alana hem de ülke ekonomisine katkı sağlayacaktır.
- Sahanın yeryüzü şekilleri ve iklim açısından zor yaşam şartları oluşturmasından dolayı nüfus azlığı ve göçleri beraberinde getirmektedir. Bu anlamda farklı ekonomik alanlar oluşturularak göçe engel olunmalıdır.
- Erinç ve Thornthwaite iklim sınıflamalarına göre yörede yaz kuraklığı ve toprakta su noksanı hissedilmesinden dolayı yazın

sulama isteği az olan kuru tarım metodu kullanılması önerilmektedir.

CLIMATE CHARACTERISTICS OF KANGAL DISTRICT (SIVAS)

Abstract

Human beings in the world continue their lives depending on many natural factors. One of these natural factors is the climate, which is the subject of physical geography. As such, the climate is the most important factor that determines the fate of people in the geographical environment, starting from the natural environment in terms of human and economic activities. In this context, the study was carried out to determine what kind of characteristics the climatic elements of Kangal district have statistically in the long term. The study is of great importance in creating a sustainable environment and making healthy plans for the future. Kangal has a continental climate model in Central Anatolia due to its climate feature. In order to make the climate assessment in the study, observation data of Kangal for 62 years (1959-2021), for Arapgir for 63 years (1958-2021) and for Sivas for 91 years (1930-2021) were taken from MGM (General Directorate of Meteorology). These climatic data provided are explained with tables and graphs. According to the Kangal station observations, it is seen that the annual average temperature in the region is 6.7°C. The period with the lowest temperature with -6°C is January, and the highest period is July and August with 18.5°C. The annual average wind speed in Kangal is 2.2 m/s and it mostly blows from the north. Kangal's average precipitation is 417.5 mm. However, the most precipitation is in April (60.4 mm) and the least in August (9.9 mm). According to the seasons, the highest precipitation was observed in the spring (38.8%), while the least precipitation was observed in the summer (13.3%). In addition, Erinç and Thornthwaite climate models were used for the climate type of the site. As a result, Kangal's average temperature causes limitations in terms of agricultural activities, as well as low productivity in agriculture due to the high risk of frost. Again, the high number of snowy and frosty days in winter affects transportation negatively. In addition, the scarcity of precipitation and seasonal irregularities in the region cause fluctuations in agricultural products from year to year in terms of yield.

Keywords: Physical Geography, Climate Elements, Sivas, Kangal.

KAYNAKÇA

- Ackerman,S.A.ve Knox, JA. (2015). *Meteoroloji atmosferimizi anlamak*, Çeviri Ed. Mikdat Kadıoğlu -Sedef Çakır, Nobel Yayınları, Ankara.
- Akbulut, G. ve Oğrak, Y. (2005). *Kangal köpeklerinin doğal ortam özelliklerinin belirlenmesi*, II. Uluslararası Kangal Köpekleri Sempozyumu 8 Temmuz 2005 (Sivas), 54-62.
- Atalay, İ. (2008). *Ekosistem ekolojisi ve coğrafyası-II*, Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir.
- Atalay, İ. (2010). *Uygulamalı klimatoloji*, Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir.
- Atalay, İ. ve Mortan, K. (2017). *Türkiye'nin bölgesel coğrafyası*, İnkılap Yayınevi, İstanbul.
- Ayhan, G. (2013). *Adıyaman 'ın iklimi ve Atatürk baraj gölünün Adıyaman 'ın iklimin etkisi*, Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Coşkun, M. (2003). Coğrafya öğretiminde nem konusundaki kavram yanlışlıkları ve giderilmesine yönelik öneriler. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(3).
- Coşkun, M. (2019). *İklim değişiklikler ve küresel ısınma,12. bölüm yer bilimi kitabı*, Ed. Mete Alim-Serkan Doğanay, Pegem Akademi, Ankara.
- Coşkun, S. (2020). Aras-Kura kapalı havzasının ortalama sıcaklık, yağış ve akım verilerinin trend analizi. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 30 (2) , 29-42. DOI: 10.18069/firatsbed.713550.
- Dabanlı, İ. (2017). *Türkiye'de iklim değişikliğinin yağış-sıcaklığa etkisi ve kuraklık analizi: Akarçay örneği*, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Hidrolik ve Su Kaynakları Mühendisliği Programı Yayımlanmamış Doktora Tezi, İstanbul.
- Demir, İ., Kılıç, G., Coşkun, M. ile Sümer, U. M. (2008). *Türkiye'de maksimum, minimum ve ortalama hava sıcaklıkları ile yağış dizilerinde gözlenen değişiklikler ve eğilimler*. TMMOB İklim Değişimi Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, 69-84. TMMOB adına TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası, 13- 14 Mart 2008, Ankara.

- Demircan, M. (2019). *Sıcaklık verilerindeki kırılma tarihleriyle iklim indekslerinin ilişkisi* Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Ankara.
- Dönmez, Y. (1979). *Umumî klimatoloji ve iklim çalışmaları*. İstanbul Üniversitesi Yayınları No. 2506 Coğrafya Enstitüsü Yayın No.102, İstanbul.
- Ekin, M., Ulupınar, Y., Demircan, M., Nadaroğlu, Y., Aydın, B. ve Özhan, Ü. (2008). *Klimatoloji rasat el kitabı*, DMİ Yayınları, Ankara.
- Eriñç, S. (1996). *Klimatoloji ve metodları*, Alfa Basım Yayım, İstanbul.
- Erlat, E. (2013). *İklim sistemi ve iklim değişmeleri*, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Erol, O. (1999). *Genel klimatoloji*. Çantay Kitabevi, İstanbul.
- Garipağaoğlu, N. (2003). *Sivas'ın fiziki coğrafya şartlarının hava kirliliği üzerine etkileri*, Cumhuriyet'in 80. Yılında Sivas Sempozyumu (15-17 Mayıs 2003) Bildirileri, Sayfa 253-269, Sivas.
- İrdem, C. (2019). *Elmacık dağı ve yakın çevresinin dendroklimatolojik ve dendrojeomorfolojik yöntemlerle analizi*, Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Ünal, Ç. (2006). Tokat'ın iklim özellikleri. *GOP Üniversitesi, Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 2, 171-197.
- Kartal, F. (2022). *Hafik, Zara ve İmranlı (Sivas) çevresinde jips ekolojisi*. Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- Kartal, F., Gözalan, S. ve Öztekin, M. (2024). Kızılırmak Havzası'nın Sıcaklık, Yağış, Buharlaşma İle Akım Verilerinin Eğilim (Trend) Yönlerinin Belirlenmesi. *Social Sciences (IJOESS)*, 15(57), 1055-1070.
- Koçman, A. (1993). *Türkiye İklimi*. İzmir: Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları.
- Polat, P. ve Sunkar, M. (2017). Rize'nin iklim özellikleri ve Rize çevresinde uzun dönem sıcaklık ve yağış verilerinin trend analizi. *F.Ü. Sosyal Bilimler Dergisi*, Cilt:27, Sayı:1, Sayfa:1-23, Elazığ.
- Sunkar, M. (2006). *Kangal Havzası'nın (Sivas) jeomorfolojisi*, Basılmamış Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Elazığ.

- Tapur, T. (2003). *Anamur-Silifke arası kıyı bölgesinin coğrafi etüdü*, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Konya.
- Taşkıran, P. (2010). *Demirpınar Çayı Havzası'nın (Üzümlü-Erzincan) fiziki coğrafyası*, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.
- Taştan, M. (2019). *Nesnelerin interneti tabanlı akıllı sulama ve uzaktan izleme sistemi*. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (15), 229-236.
- Tayanç, M., Karaca, M. ve Yenigün, O. (1997). *Annual and seasonal air temperature trend patterns of climate change and urbanization effects in relation to air pollutants in Turkey*, Journal of Geophysical Research, 102, 1909-1919.
- Türkeş, M. (1996). *Spatial and temporal analysis of annual rainfall variations in Turkey*, International Journal of Climatology, 16, 1057-1076.
- Türkeş, M. ve Altan, G. (2011). *Tödürge gölü sulak alanı (Sivas) yöresinin hidroklimatoloji ve iklim değişimleri açısından incelenmesi*, II. Türkiye Sulak Alanlar Kongresi, 22-24 Haziran 2011, Kırşehir / Türkiye.
- Türkeş, M., Sümer, U. M. ve Demir, İ. (2002). *Re-evaluation of trends and changes in mean, maximum and minimum temperatures of Turkey for the period 1929-1999*. International Journal of Climatology 22: 947-977.
- Yalçın, G., Demircan, M., Ulupınar, Y., ve Bulut, E. (2005). *Klimatoloji*, DMİ yayınları, Ankara.
- Yürüdü, E. (1991). *Erbaa ve Niksar Ovalarının fiziki coğrafya özellikleri*, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Konya.

11. BÖLÜM

DEVELOPING A DIGITAL TECHNIQUE FOR PAPER MAP UPDATING, USING REMOTE SENSING, AND GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM APPLICATIONS CASE STUDY; TOPOGRAPHIC PAPER MAP OF BENGHAZI - LIBYA

Doktorant Mohammed S. ALJAROUSHI²⁴

Aim of Research

- To find a solution for map updating for regions with old analog coverages, or missing destroyed original master plates
- To enhance the time, budget, and accuracy of the updating process
- To build a digital database of coverage up to date with all derived data throughout the process

²⁴ Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Karabük, Türkiye.
mohammed.s.aljaroushi@gmail.com, ORCID: 0009-0008-0991-1069.

INTRODUCTION

Maps are increasingly valuable tools in providing essential geospatial and geomorphological information. Mapping techniques are changing due to the improvements in digital processes and programming in terms of hardware and software. Throughout history paper maps symbolized landscapes long before the introduction of scientific methods to cartography (Harvey, 1980). In the sixteenth century, the idea of drawing to a fixed scale revolutionized topographical mapping, and the relevance of topographic information motivated many initiatives in state map-making. Gradually, survey methods developed to incorporate photogrammetry, and cartographic production improvements, which enabled topographic maps to be regarded as the supreme achievement of the modern age of cartography (Jervis, 1936). Nowadays, consumer needs have changed. The newest requirements of digital geocoded data are raster maps, raster orthoimages, digital elevation models, and vector data. The traditional analogic mapping production should be replaced by a new digital process, that gives digital results. Time is over when the principal activity of mapping agencies was analogic.

The main problem is finding solutions to convert and update the old analogic available data and change it to digital form. Accordingly, mapping agencies must change their production lines by integrating new digital production processes. At the core of this problem, is the case of map updating. Several countries in the world face problems concerning outdated cartographic maps. As a consequence, there is a necessity to apply methodologies that allow map updating faster, cheaper, and more efficiently.

Institut Geographique National (IGN) based in Toulouse-France, has a department that developed an updating method suitable for updating analogic master plates in a digital form called Map-up. This indirect method updates the main cartographic master plates of maps. Input cartographic data are a set of analogic master plates, and the result is a set of updated digital master plates. These plates are suitable for printing an updated map. IGN method is using satellite data as a source of change detection, and basis for the updating process. The whole process consists of three parts: Data preparation, Indirect updating of the master plates, and printing process. Each of these parts consist of several steps, these steps must be followed sequentially. A lot of time and

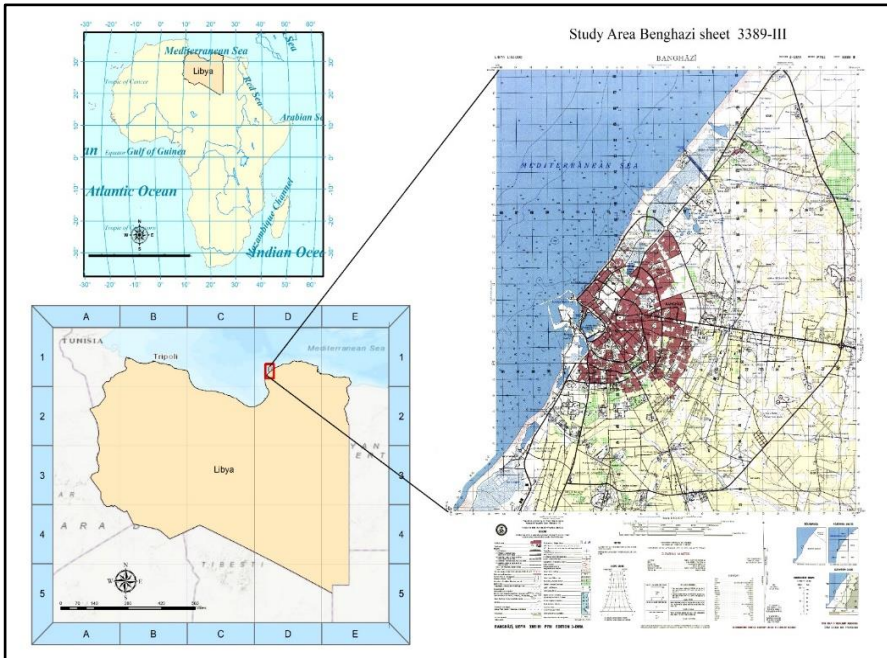
work is needed, especially in the cartographic data preparation steps that consist of scanning, orthorectification (georeferencing), and cleaning separately each master plate before updating them. The updating process itself is complex and sometimes tedious. Because the features on maps are often split on different master plates that must be updated in parallel. (Aljaroushi, 2005).

Using modern equipment and techniques, we aim to introduce a paper map updating method, based on satellite data interpretation as a change detection indicator. This new method is relevant for areas where the original master plates are lost or destroyed, especially when dealing with large regions or countries with old map versions. This technique saves a lot of time and money in terms of data budget, cheap software, fewer working hours, and less field trips. The new method presented is a direct updating method considered as a modification and development of the IGN updating processes, it is applied directly on the colored paper map itself and is considered a simplification of the indirect method. The only cartographic input data is a digitized analogic paper map, and the result is a digital composite updated map ready for printing. To achieve this developed, a 1:50 000 topographic paper map of Benghazi, Libya is chosen as the old map to be updated. This scale and type of coverage are considered the base map by Libyan authorities for civilian use, and the whole country is covered. This coverage is out of date and has never been updated. A comparison of the steps between the new direct method with the old indirect method are highlighted.

Finally, at the end of this study, we will see how the direct and indirect updating processes are compatible with the constitution of the commercial geocoded database. We will see also, during the updating procedure, examples of achieving different digitally derived data, this data can be used to enrich the database, and processed to produce more information, for example, the digital elevation model can be used for slope, shadow, and relief maps, space maps can be produced, and the different digital vector types can be integrated into data sets.

1. Material

1.1. Cartographic old map: BENGHAZI 3389-III, with a scale of 1:50 000 (Fig. 1), georeferencing system (UTM-33N), datum is (WGS84), coordinates are shown in (Table 1). Benghazi, the second largest city of Libya, (Map 1), is located in the eastern part of the country, on the Mediterranean shoreline. This city has seen a lot of development lately, including roads and highways, the construction of new urban areas, and the development of a lot of agricultural zones. This area is especially relevant as a case of study for our direct updating method because of all those changes.



Map 1: Location of the Old Topographic Map to be Updated.

Table 1: Coordinates of The Used Map in Cartographic

| | | |
|------------------------|-----------------|-----------------|
| <u>X-coordinate(m)</u> | <u>406.000</u> | <u>429.000</u> |
| <u>Y-coordinate(m)</u> | <u>3541.000</u> | <u>3568.000</u> |

1.2. Satellite data: Two raw satellite scenes acquired from SPOT 2-HRV; level A1 covering the area of interest by 60 x 60 km. The characteristics of both scenes are described in (Table 2) and (Map 2).

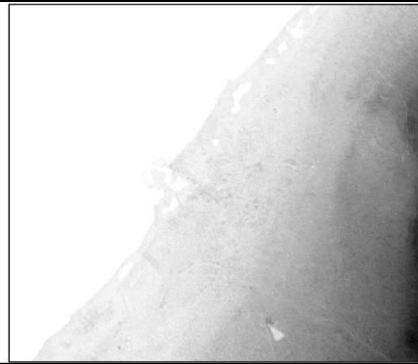
3.Digital elevation model (DEM): 20 M. resolution DEM was produced and used as an elevation reference. (Map 3).

Table 2: Characteristics of both Spot.

| Number of Spectral Bands | One (PAN) | Three (XS1, XS2, XS3) |
|--------------------------|------------|-----------------------|
| Satellite | SPOT 2 | SPOT 2 |
| Instrument | HRV 1 | HRV 1 |
| Actuation Date | 06/07/2010 | 06/07/2010 |
| Viewing angle | L 25.8° | L 25.8° |
| Pixel Resolution (meter) | 10 | 20 |
| K-J Identification | 087-258 | 087-258 |



Map 2: Composite Spot Satellite Image



Map 3: DEM Derived From The

Operating System (hardware and software)

To achieve the needed renders and final layout, the operating system consists of several hardware and software, the main properties of this operating system are the low cost, advanced features for officiant results, the ability to process big files and store them, working with different layers at the same time, and handling geocoded vector and raster data.

- Power Macintosh, G4. workstation (Mac. Os. 9.2)
- CT36/400 friction scanner was used for the input of the reference maps.

- Colored large-size printer for the graphic output of the final updated map proof layout.
- ImaView 1.2: IGN- software, for Image acquisition by the scanner.
- GeoView 4.9: IGN software, for displaying, processing, and handling geocoded data of raster, vectors, map layout, and contours.
- MultiDelta1.8: IGN software, used to orthorectify the satellite.
- Arc/Info: GIS commercial software, for acquiring the DEM.
- Macromedia FreeHand 10: commercial software, used for vector modeling.
- Adobe Photoshop 6.0: commercial software, for processing raster forms.

2. Methodology

The whole process consists of four main parts, each part consists of several steps, these steps need to be done in sequence. The main differences between both methods in all steps are shown in (Figure 1) the indirect method and (Figure 2) the direct method. Each diagram illustrates and clearly shows the number of files and data processed in each method. They also show the consequence of the steps for both methods as well.

1. Data preparation steps: preparing the cartographic, and satellite image.
2. Updating process: This includes vector style creation and change detection on the satellite image. Finally integrating the updates on the old paper map.
3. Control check: by a field trip to verify the interpretation done on the satellite image in reality.
4. Final printing.

2.1. Data Preparation

2.1.1. Cartographic Data Scanning

Scanning the original old paper cartographic data, using the parameters shown in (Table 3). Scanning resolution, dot per inch (dpi)= 2x Halftone screen = 2x (150 lpi to 200 lpi) = 300dpi to 400dpi. (Benne, 1998).

Table 3: Scanning Parameters of the Paper Map.

| Data source | Number of files | Scanning model | Scanning resolution (dpi) | Pixel size on the ground (m) | Size of one raw file Mb. | File format |
|---------------|-----------------|----------------|---------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------|
| Original map | 1 | RGB (24-bit) | 400 | 3.175 | 166 | BIL |
| Master plates | plates number | Grey level | 400 | | 100 | Converted to |
| | at least 6 or 7 | Bit Map | 1200 | 1.058 | 95 | TIFF |

2.1.2. Georeferencing the Cartographic Raster Data

Polynomial rectification first-degree affinity is used. Eighteen ground control points (GCPs) are manually interred to create the model. The residual value is 1.3 pixels, which corresponds to 4.13 m on the ground. During the rectification, a rotation angle of $0^{\circ} 28'$ is applied corresponding to the grid convergence from the center of the map sheet.

2.1.3. Producing Digital Elevation Model

Contour lines and elevation points are digitized. A 20m DEM is processed by geocoded vector data, altimetric precession ($\Delta h = 1/2 * \text{contour interval} 10 = 5\text{m}$). (Benne, 1998).

2.2. Satellite Data Preparation

Raw images are geometrically incompatible with any ground reference system because they are in image coordinates, with some distortions during image formation (Sylvaner, 2000). Two images from the two sensors of Spot 2 HRV, (Panchromatic and Multispectral). With the same viewing angle, the produced DEM is used to generate an ortho-rectified satellite image monoscope method is used. Only planimetric features with their 2-D map coordinates (X, Y) can be extracted and used as a reference for map updating. Satellite images are used as a reference for change detection. Physical modeling with DEM, Space Triangulation, and 3D rectification are applied.

Images are clipped to each other. This process is made in two steps as follows (Figure 1-2).

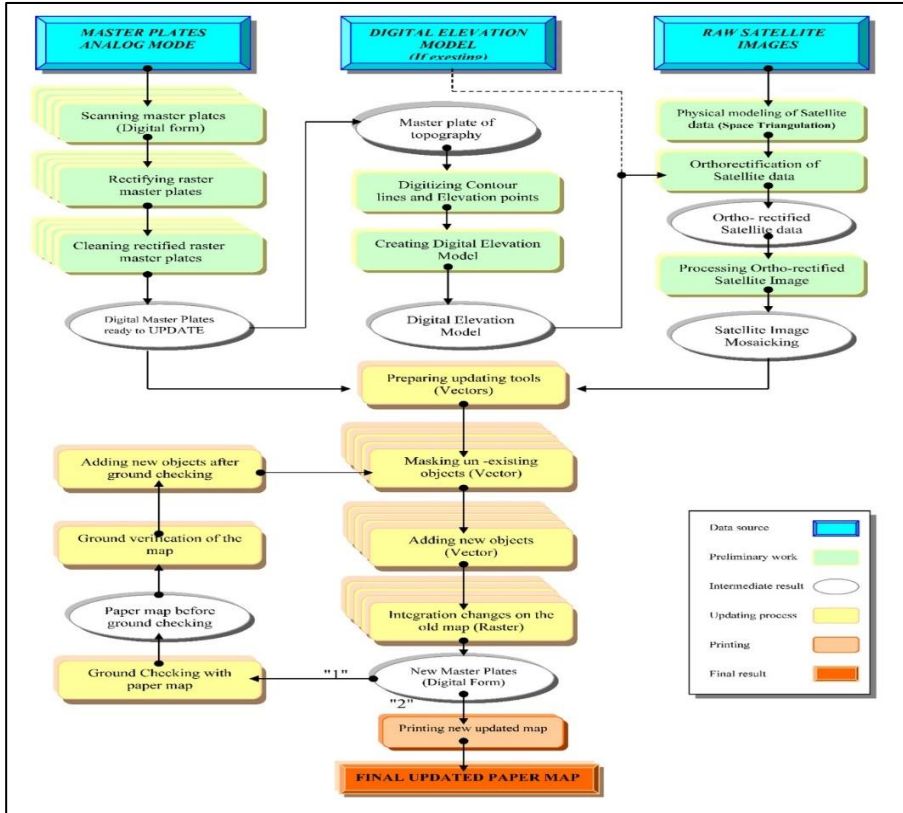


Figure 1: Methodology and Steps of the old Indirect Method (MAP_UP). Number of files needed to be handled in each step. (M. Alaroushi, 2005).

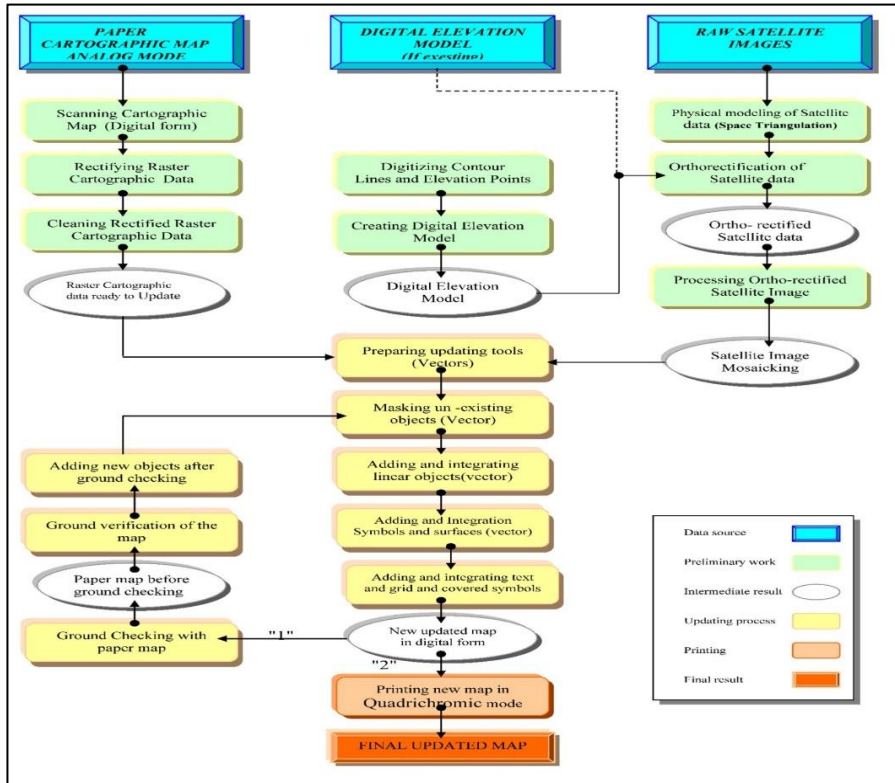


Figure 2: Methodology and Steps of the New Direct Method. It is Clear How Much Less Files needed to be handled Compered to the old Method. (M. Alaroushi, 2005).

2.2.1. Modeling

Building a mathematical model, using all the known prior information about viewing conditions such as position, speed altitude of the satellite, geometric description of the instrument, and mirror-viewing angle (Rodowski, 1997). Thirty GCPs are measured from a georeferenced map for building up the model. The Z value is achieved automatically from the produced DEM. The auxiliary data are known. The model Root Mean Square (RMS) value is 30 m. This result is acceptable for maps with 50, 000 scales according to observations made at IGN (Table 4).

Table 4: Map Precision Of Several Regions by (IGN ESPACE).

| Map source | Europe | Africa | North Africa |
|---------------------------|--------|--------|--------------|
| Map accuracy in the meter | 10 | 50 | 35 |

2.2.2. Orthorectification

Bicubic interpolation is applied on both scenes. The resolution of the Multispectral (XS) image is resampled from 20m to the Panchromatic resolution (Pan) which is 10m, so they can be merged. The georeferencing system is the same as the cartographic map. The planimetric accuracy (ΔX) of the produced orthoimages depends on two factors which are: Δx_1 : the planimetric accuracy of the buildup model used in the orthorectification of the images. This value is given by the software used in RMS and is equal to 30 m. Δx_2 : the influence of the altimetric precision of the DEM. This is calculated by using the following equation:

$$\Delta x_2 = \Delta h * \tan(\text{viewing angle "I"}). \quad \left| \begin{array}{l} \Delta h = 5\text{m (Altimetric precision of the DEM.)} \\ I = 25.8^\circ \text{ (The viewing angle).} \end{array} \right.$$

$$= 5 * 0.4834 = \underline{2.41 \text{ m.}}$$

planimetric accuracy (ΔX) is obtained by the influence of the two independent previous factors calculated as follows:

$$\Delta X = \sqrt{(\Delta x_1)^2 + (\Delta x_2)^2}$$

$$\Delta X = \sqrt{(30)^2 + (2.41)^2} = \underline{30\text{m.}}$$

| | |
|--|--|
| Δx_1 is the planimetric accuracy due to the accuracy of the model. | Δx_2 is the planimetric error due to the altimetric accuracy of the DEM. |
|--|--|

The value is acceptable with the accuracy of the map. (Albertz BS TAUCH , 1993, 1994).

2.3. Radiometric Processing

Image readability that is necessary to extract useful geographic information, is done in three steps as follows:

2.3.1. Pan and XS Merging

Producing red, green, and blue color (RGB) composite image by using the Spot Pan, and the multispectral Spot XS images, the HIS system is used, and the processing includes three steps: 1- Changing the color reference system on the XS image from RGB. To hue intensity saturation (HIS). 2- The intensity channel is replaced by integrating the panchromatic channel using the linear formula $(2P+XS3)/3$. To avoid vegetation discrimination. 3- Inverse transform from HIS. to RGB. (Carper. et.al. 1990 and Harris. 1990).

2.3.2. Cropping and Rotating the P+XS Image

Applying a rotation to the produced P+XS composite image corresponding to the convergence of the meridian at the center of the map that will be updated. An angle of $0^{\circ}28'$ is used for this rotation. After the rotation, the image is cropped to a smaller area corresponding to the map of interest. Now they are easily superimposed together.

2.3.3. Radiometric Enhancement of the P+XS Image

Applying radiometric improvements and corrections to the P+XS composite image, to enhance the interpretability, by improving the appearance and quality of the image. (Map 6). At this level a Geocoded satellite composite image sharing the geometry and size extent of the original raster map, both are ready to be used in the map updating process.



Map 6: Left Image Before Enhancement. Right Image After Enhancement.

3. Updating Process

3.1. Creating colors

The needed colors for our example and the percentages of each component making them are shown in (Table 5), here we work with the final printing color since we are printing directly.

Table 5: Percentages of Each Component of The Needed Colors.

| Color component▶ Produced color▼ | CYAN %(C) | MAGENTA% (M) | YELLOW% (Y) | BLACK%(B) |
|-------------------------------------|-----------|-----------------|----------------|-----------|
| BLACK | 0 | 0 | 0 | 100 |
| BLUE | 98 | 95 | 34 | 39 |
| WHITE | 0 | 0 | 0 | 0 |
| REDDISH BROWN | 48 | 87 | 77 | 71 |

3.2. Creating Styles

Deals with creating the drawing bases in vector modes, used in drawing, and modifying features on the original map (Benne, 1998). one of the most complex steps of the updating process, the new drawing path styles have to be similar to the original objects on the map. Styles can be classified as 1) Symbols, 2) Surfaces (land cover), and 3) Linear features.

3.3. Creating Layers

This is a matter of arranging the main framework and ordering object vectors with their styles in layers. The first and second layers from the bottom will contain the reference satellite image and raster map, followed by the deleting layer containing all the masks, then the layers that contain the newly added features. For complex features the basic rule is one style one layer, the arrangement of the layers must be carefully managed.

3.4. The capture of Changes

Based on the interpretation done on the referenced satellite image and raster map, Identification (recognition of the object from the image), and interpretation (recognition of an object making use of logic). It was found that the following feature types could be updated:

- Symbols: separated objects like houses, buildings, stadiums... etc.
- Surfaces: (land cover) including three major types represented on our map which are: buildup areas (City extensions), cultivated areas (agriculture zones), or water bodies.
- Linear features: including in our case six classes of the network; 4 lanes of dual roads, 2 or 3 lanes of hard surface roads, 2 lanes of

loose surface either all-weather roads or dry-weather roads, and Tracks.

- Texts: this includes all corrections and adding of text in toponymy and Legend text.

The updating procedure could be broken down as follows; Examination of the environment, correlation assumption, search for similar areas or features, area, or feature identification, and confirm or infirm. The result on a specific area or feature could be a) no change in the feature. The feature is not on the image anymore (masking). b) The feature in the image is not represented on the map (adding). c) The feature changed on the image, so this change has to be done on the map. The capture of changes could be processed in the following steps: a) Removing features on the map (masking). b) Modifying and adding features on the map. c) Exporting vectors added in encapsulated postscript (EPS) format. Exporting Vector adding all the previous layers with all their content are then exported into EPS format.

The exportation is done in several steps, depending on the type of features:

- One EPS export must be done for all the masks.
- One EPS export must be done for all the symbols and all the linear features.
- Land cover adding exceptional cases. Because they must be modified to be integrated with the raster pattern, we are obliged to generate an EPS export for each type of land cover adding.

3.5. Integrating Changes in the Map Raster File

This is the last part of the updating process; it is a matter of merging all the vector exports containing the changes detected on the original raster map. The vectors in EPS are converted to raster form. Each raster layer can be precisely positioned over the original raster map, thanks to the small black square we draw at the angle of each vector export. Each EPS export appears now as a raster layer over the original raster map. The order of the raster layers is important, first comes the layer of the mask, the layers correspond to each kind of land cover, and then the layer corresponds to other adding (Symbols, networks, etc.). The next step is replacing the filling colors used with the appropriate raster pattern. The patterns are simply created by extracting a

sample from the raster original map. Afterward, raster corrections are applied, when superimposing raster layers on the composite raster map, it appears that the adding is partially covering some features of items like, the grid, part of the text, pipeline, and electricity lines. When raster corrections are achieved, we can now merge the raster layers to obtain a flattened raster image in Cyan, Magenta, Yellow, and Black (CMYK) mode corresponding to the updated new map (Fig. 2) shows the three major steps of the updating section.

4. Control Check

Printing a Check Proof in the direct method, the CMYK mode updated raster map obtained at the end of updating process is ready to be printed as check proof. This proof will be a reference in the ground check trip. Ground Check and Acquiring Supplementary Features allow comparing the interpretation we made to reality. The modifications collected on the ground must be added to the previous work. in the end, we obtain the final updated map in raster format ready for the final printing.

5. Printing the Final Updated Map

The updated raster map is here in CMYK. mode, so the logical printing mode to use is *Quadrichromic* offset printing, which uses four CMYK. The needed printing plates are directly produced from the raster updated map by a separation process using a high-resolution film printer. This process is called flashing. The printer used was Hp 2500 cp. with a postscript option and 72 RAM, 2 GB Disc spaces for large file printing (Figure 3).

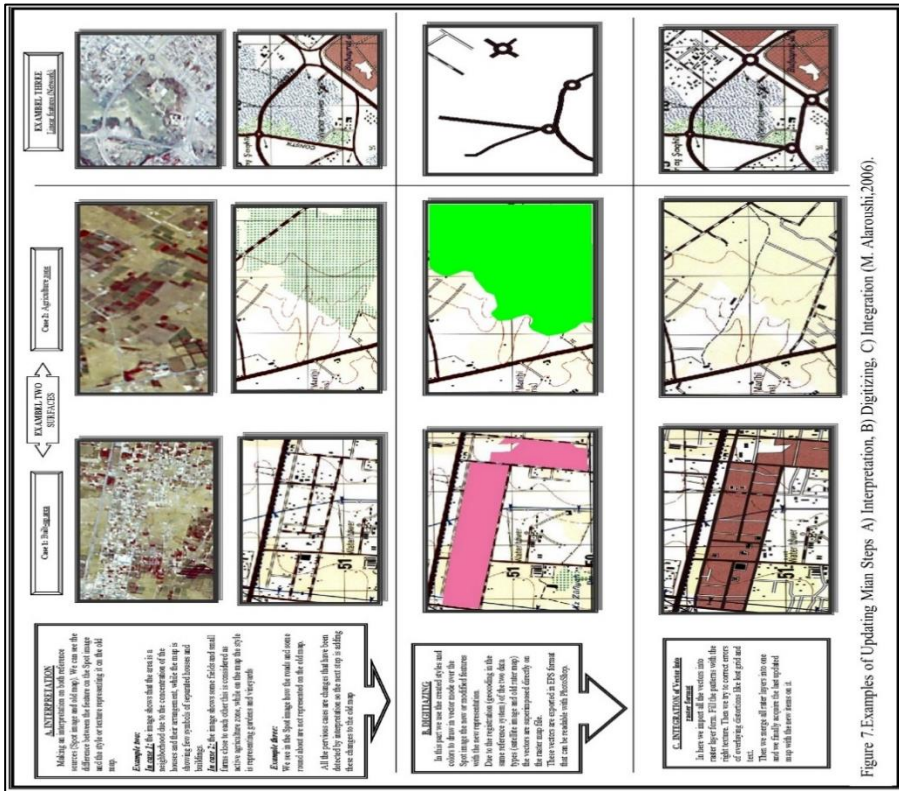


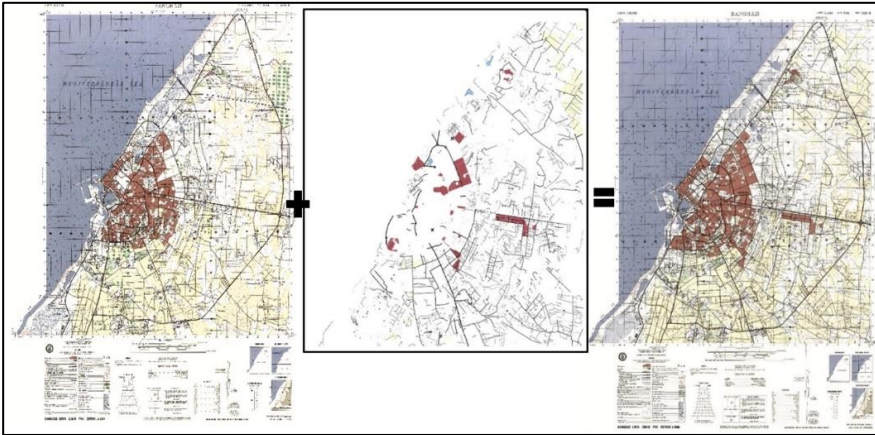
Figure 7. Examples of Updating Mian Steps A) Interpretation, B) Digitizing, C) Integration (M. Alkroush, 2006).

Figure 3: Examples of Updating Mian Steps A) Interpretation, B) Digitizing, C) Integration.

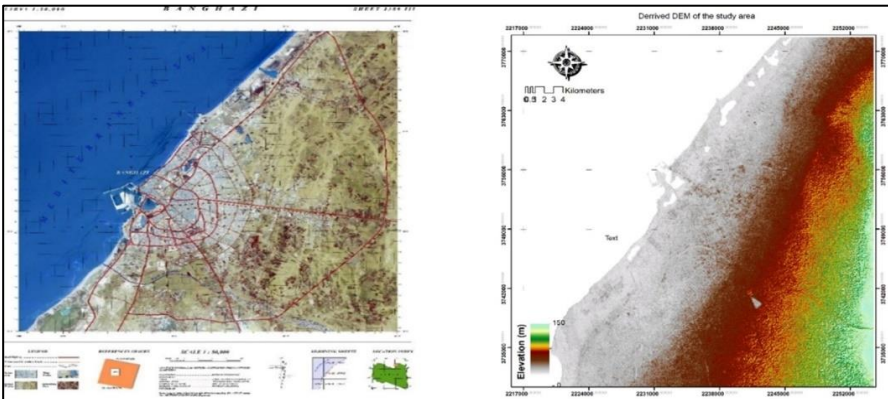
6. Results and Discussion

The main result is an updated paper map of the study area (Map 7). Also, through the different steps of the direct updating method, several geocoded data in digital georeferenced form are produced, for example: a geocoded vector data representing capture of mapping changes, DEM, P, XS, and P + XS orthoimages. Updated composite satellite maps (Map 8). This data can be used for extracting various data suitable to produce derived products. This data is digital and georeferenced, which make it easy to be integrated in any available database. All this data can be used for further studies and could be integrated into the constitution of a database that can be commercialized. Also, some derived data can be processed and used for further analysis in any GIS data uses. Listed underneath are all the derived data, acquired during the different steps of the updating process.

- Image coverage databases, by mosaicking of P, XS, and P + XS orthoimages.
- Vector database, the software allows by special export command developed by IGN ESPACE to geocode the graphic vector data according to the geometry of the geocoded image available in the FreeHand document.
- Digital map database, by mosaicking composite raster map or raster master plates.
- Generated DEM (Map 9).



Map 7: Final Direct updated Topographic Paper Map on the Right. And All the Added Updated Features Shown in the Middle. The old Map on The Left.



Map 8: Derived Satellite Composite Map.
Map.

Map 9: Derived DEM

During this study, we went through different steps that are similar to the old method. The main differences, advantages, and disadvantages are highlighted according to the timeline of the steps and process as follows:

- 1- **Cartographic Data:** In the indirect method the master plates are used as input cartographic data. Each plate contains features sharing the same color. In the case of complex features and textured features, one feature can be split into more than one master plate. A large number of master plates depending on the complexity of the features have to be scanned and processed. While in the direct method we only deal with one file which is the scanned original map itself. This saves a lot of time and disk space.
- 2- **Geometric Processing of Cartographic Data:** This process is done only once in the direct method. While in the indirect method, this step is repeated as much as we have files of master plates so, there is a lot of time and disk space.
- 3- **Cleaning Rectified Cartographic Data:** In the indirect method, the cleaning is the same. It is applied to all the raster plates, which could be 6 to 8 depending on the complexity of the map. So here again time is also saved by the direct method. The main difference is that in the indirect method, no color mode management has to be done. The plates are used in their original scanning acquirement mode (grey level or Bitmap).
- 4- **Preparing Map Updating Tools:** This process is completely different than in the indirect method. Because it deals with several cartographic plates in grey level or bitmap modes and all the new vector features are drawn in black or shades of black. The updated cartographic plates are finally integrated to produce the printing plates. Each printing plate corresponds to one ink color. The colors are implemented during the printing process. While in the direct method we work with the created final design, with the final style and color, and the final product can be seen while drawing. This saves time because we can make corrections and modifications even before printing prof check.

- 5- **Creating styles and colors:** The methodology for both methods is very similar, but the color management is different. In the indirect updating, the styles must use only white or black colors and shades of black. Indirect updating consists in updating several separated plates at the same time. So, for a given object, the style must be created to produce the object as it appears on the master plates and not as it appears on the composite map, with the indirect updating, the features of the map are achieved only when printing.
- 6- **Creating Layers:** The methodology for using layers is the same. Factors like the number of master plates and the number of features in each plate control the number of layers. Each master plate has a deleting layer and several adding layers including layers for trapping. So, with the indirect method, the number of layers is always bigger than with the direct method.
- 7- **The capture of Changes:** The difference in this part between the two methods is that in the direct method, we can work on several features at one time because all are represented in one raster file. But for the indirect method, we repeat the operation for each feature on the separated representative master plate. Time saving is done again.
- 8- **Integrating Changes in the Map Raster:** In both methods updating, and integration is similar, but in the Indirect method all the processes must be repeated for each master plate. On the other hand, the final raster correction step is often much simpler within the direct updating method, because the grid and the text are on separate plates, and this makes the raster corrections easier to perform. After integration, the final result is a set of updated raster master plates in grey level or Bitmap mode.
- 9- **Modifying and Adding Features:** Removing features on the map is the same as in the indirect updating method, but each plate has a deleting (masking) layer. Each feature being on a single master plate can be modified on its own without any modification on the other plates.

10- **Render quality of Printing:** The best render quality of printing is obtained with the indirect updating method with scanning resolution up to 1200 dpi in bitmap mode. because of the high resolution used and also the bitmap mode, there is no halftone to print. With direct updating at 400 dpi, the render has a lower quality. Between them, the lowest quality is obtained with the direct updating method because of the quadrichromic printing.

The software used as the operating system line is considered in expensive, powerful, and easy to use. They have a lot of options and solutions that simplify the complexities of working directly on composite maps. We found some limitations in FreeHand's ability when creating styles. FreeHand is application software that could be changed by any other vector drawing software. We suggest the use of OCAD software that is used now at IGN in Paris. This software is dedicated to mapping editing and its price is similar to FreeHand. The use of software depends on the needs and budget, also not to forget that this media is changing each day and prices are decreasing. In general, using satellite data and digital technology is a powerful and fast process, that is developing each day.

The production of maps is based on the restitution of aerial photographs for many decades. During the process, a lot of work has to be done to prepare aerial photos for the use of mapping. This includes a lot of geometric and radiometric processes that will finally produce an Aerial photo representing a small area of coverage. Satellite images have been considered an information source that presents several advantages: 1) Quick data acquisition, for change detection; 2) the possibility to apply faster-updating methodologies than the traditional photogrammetric process; 3) high temporal resolution; 4) spatial resolutions; 5) fairly low costs (Thierry, 1999). The advantages of the Spot system are various characteristics like different resolutions, off-nadir viewing capacity allowing commission imagery for specific areas, stereo-capability, and a large area of coverage with low prices in comparison with other systems. Therefore, we can say SPOT has characteristics that should be a boon to the cartographic community, especially after the release of SPOT 5, where the panchromatic mode is up to 2.5 m resolution. There are different cartographic applications for SPOT images, for example, topographic map production,

map revision, compilation, and generation of digital elevation data. Image quality and geometric accuracy of SPOT data are essential elements in cartographic applications.

The production of maps from satellite image data has been ignored by the cartographic community for a long time. It is of course obvious that the use of satellite remote sensing for the production and revision of maps is only of interest if the data can be extracted with the appropriate accuracy, completeness, and reliability. The coverage of one satellite image could be as coverage of several aerial photos.

The recognizability of relevant topographic objects in satellite images depends on a lot of factors like tone, color, texture, size, shape, and pattern. In the map updating process by the use of satellite planimetric features for mapping from satellite image data, all the topographic objects that are of relevance for the certain map scale, have to be identified and located with sufficient accuracy. Data is considered cheap and fast now by the use of the direct updating method.

Some interpretation limits of the satellite image could be solved now by the use of Spot 5, with a panchromatic mode of up to 2.5 m resolution. Even if we can derive a lot of geocoded data that could be integrated into databases, we should mention that the indirect method offers kinds of geocoded data much more diversified than the direct method. This is because by the indirect method, we obtain geocoded data corresponding to separate plates and not to a composite map like in the direct method.

Conclusion

This method is considered the only solution available when the master plates are lost or destroyed. This study is implemented for old country map coverage to be updated and reformed in a digital base. Especially, in Libya where all map coverage is old and it is only available as analog paper form in the archives, no digital database is available. Due to the absence of the original master plates needed for map updating this method is strongly, recommend.

The direct updating method, and the use of spot satellite data for change detection, as a good solution for updating the topographic map coverage of scale 1:50 000 of Libya, quickly and cheaper. Using satellite data and digital

technology is a powerful and fast process. This technology is developing each day. The map updating process by the use of satellite data is considered cheap and fast. Now it is faster thanks to the direct updating method. This method is considered the only solution available when the master plates are lost or destroyed. We should mention that some interpretation limits of the satellite image could be solved now by the use of Spot 5 with a panchromatic mode of up to 2.5 m resolution.

For various scales, current satellites offer different resolutions suitable for small (1:500 000 and 1:250 000), and medium (1:100 000 and 1:50 000) products. After the release of very high-resolution satellites, it could be possible to go to much more large scales up to (1:25 000 and 1:10 000). But this factor is also depending on the resolution of the image, in other words, which resolution is suitable for which scale, this is now going toward standardization by Libyan survey and mapping authorities.

In comparison with the old indirect method, the new direct updating method is a fast digital process. The main difference between the two methods is the number of input cartographic data files to handle, and the printing method for the final updated map. The main difficulty of the direct method relies upon the updating process itself. While in the indirect method, changes are drawn on separated plates, the direct method applies the changes directly on the composite map. It means that for the direct method, changing one feature can involve modifying some other features (names, or background patterns). Time is saved at each step of the process as follows:

During input data preparation, these steps of preparation are time and space consuming. But, since we only deal with one file in the direct method, which is the scanned paper map itself. This file is processed representing the composite map with all the content that will be updated.

During the updating step, a smaller number of layers, also working with the final styles, and colors on the composite map, avoiding dealing with the trapping techniques, are all factors that make the direct processing simpler and faster than the indirect method. The direct method works with the rule (What You See Is What You Get).

During integration process, we can make a lot of default corrections and modifications even before printing the check-proof layout. This saves time too and is considered similar to the previous rule of working.

At the printing process, the render is acceptable, even if the quality is lower than the indirect method renders, due to the different printing techniques. The use of printers with high halftone screen resolution is recommended to ensure a good quality result in terms of colors and render appearances.

I recommend making a field trip study to obtain more interpretation keys to help in interpreting the satellite data, and to make some GPS measurements to improve the precision of the new up-to-date coverage.

REFERENCES

- Albertz, J. (1993). Merging graphical elements and image data in satellite image maps. *International Mapping from Space" Working Group IV/2 of International Society for Photogrammetry and Remote Sensing*, Hannover. Ed. G. Konecky, 15, 265-271.
- Akiyama, M. (1993). Topographic Mapping Method Using SPOT Imagery. *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, 29, 336-336.
- Albertz, J. & TAUCH, R. (1994). Mapping from space. *Cartographic Applications of Satellite image Data*, GeoJournal 32.1, 29 - 37.
- Aljaroushi, M. (2006). Solution for old analog map updating techniques using Rs& GIS- from paper to digital database. *IGN ESPACE Visit technical report*. Biriuni Remote sensing Center. Libya, Tripoli- 25 Pages
- Benne, P. (1998). *Comparaison des filieres DRY et FreeHand/PhotoShop*. Toulouse, France, IGN ESPACE,1, 14-35.
- Benne, P. & Lasselin, D. (1998). *Utilisateur et Guide dApprentissage de MosaView*. IGN ESPACE, Paris, France, 2, 50-175.
- Carper, W., Lillesand, T., & Kiefer, R. (1990). The use of intensity-hue-saturation transformations for merging SPOT panchromatic and multispectral image data. *Photogrammetric Engineering and remote sensing*, 56(4), 459-467.
- Harris, J.R., Murray, R. & Hirose, T. (1990). IHS transform for the integration of radar imagery with other remotely sensed data. *Photogrammetric Engineering of Remote Sensing*,56, 1631-1641.
- Harvey, P. D. A. (1980). *The history of topographical maps: symbols, pictures, and surveys with 116 illustrations 10 in color*. Thames and Hudson.
- Jervis,W. (1936) *The World in Maps: A Study in Map Evolution*. London: George Philip & Son.
- Rodowski, V. (1997). *Specifications quality de orthoview*. IGN ESPACE, Toulouse, France.

- Sylvander, S., Henry, P., Bastien-Thiry, C., Meunier, F., & Fuster, D. (2000). *vegetation geometrical image quality. Bulletin de la Société Française de Photogrammétrie et de Télédétection*, 159,59-65.
- Thierry, T. (2000). Map Making with Remote Sensing Data. In: Buchroithner, M.F. *Remote Sensing for Environmental Data in Albania: A Strategy for Integrated Management*. NATO Science Series, 72-, 65-87. Springer, Dordrecht.

12. BÖLÜM

YÜZEY, 850, 700 ve 500 hPa BASINÇ SEVİYELERİNDE ORTALAMA SICAKLIKLARIN TREND ANALİZİ²⁵

Dr. Sıracettin GÖZALAN²⁶

Amaçlar

- Yüzeysel sıcaklıklarındaki eğilimlerin belirlenmesi
- 850, 700 ve 500 hPa'daki ortalama sıcaklıklarda meydana gelen değişimlerin yönü ve şiddetinin belirlenmesi
- Yüzeysel sıcaklıkları ile yüksek atmosfer (850, 700, 500 hPa) sıcaklıklarının korelasyonunun incelenmesi

²⁵ Yüzeysel, 850, 700 ve 500 Hpa Basınç Seviyelerinde Ortalama Sıcaklıkların Trend Analizi isimli bu çalışma, Prof. Dr. Mücahit Coşkun danışmanlığında 16.01.2019 tarihinde savunularak başarılı olmuş aynı isimdeki yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

²⁶ Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Karabük, Türkiye. sirac.gozalan@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-6721-1860.

GİRİŞ

İklim ve iklim değişikliği, dünya alan yazınında olduğu gibi ülkemizde de güncel olup dikkat çeken önemli konuların başında gelmektedir. İklim üzerine hazırlanmış pek çok makale, bildiri, kitap ve rapor bulunmaktadır. Özellikle sanayi devrimiyle birlikte hızlı sanayileşme ve nüfus artışlarının yaşanması birçok sorunu beraberinde getirmiştir. Hızla artış gösteren bu çevre sorunları atmosferi büyük oranda etkilemektedir. Günümüzde sanayileşme ve şehirleşme oranlarının giderek hız kazanması insan kaynaklı iklim değişimlerinin en önemli göstergelerinden olup insan faktörünün doğal ortam üzerindeki en büyük etkisine örnektir (Kartal, 2024).

Sürdürülebilir hava kalitesi yönetimi gelecek nesillere güzel bir dünya bırakmayı amaçladığı için hazırlanan yayınlarda atmosfer kaynaklı çevre sorunlarına dikkat çekilmektedir. Bilim dünyasında tartışılan önemli konulardan birisi iklim değişmekte ve bu değişim ısınma eğilimi göstermektedir. Bu nedenle, olası yaşanacak sorunlar üzerine araştırmalar yapılmakta ve önlemlere dikkat çekilmektedir.

İklim, doğal ve dış nedenlerden dolayı değişen canlı bir yapıya sahiptir. Bu değişimler uzun yıllar periyodunda ya da kısa periyotlar halinde etkisini göstermektedir (Karabulut ve Cosun, 2009). Jeolojik çağlarda meydana gelen iklim değişimleri sadece insanları değil aynı zamanda diğer canlılar ve topografya üzerinde de büyük değişikliklere neden olmuştur (Türkeş, 2001; Korkmaz, 2005).

Son yıllarda hava olaylarında meydana gelen ekstrem durumlar iklim değişikliğinin en somut delilleri olarak kabul edilmektedir. Bunlar ani hava değişimleri, sıcaklıklardaki artış, sağanak yağış geçişleri, sıklık frekansı artan tropikal siklonlar ve diğer fırtınalar örnek gösterilebilir (Şen, 2013; Tecer, Okutan ve Cerit, 2004; Coşkun, 2020).

Paleoklimatolojik verilerden elde edilen sonuçlara göre geçmiş bütün zaman ölçeklerinde iklim elemanları için trend varlığı tespit edilmiştir. İklim elemanlarındaki trend varlığını/yokluğunu tespit etmeye yönelik gerçekleştirilen çok sayıdaki bilimsel çalışma, sıcaklık, yağış, nem ile diğer iklim elemanları için farklı eğilimlerin mevcut olduğunu ortaya koyulmaktadır (Erlat, 2013).

İklimde ana parametreler olarak kabul edilen sıcaklık, yağış, nem, basınç ile bulutluluk uzun ve kısa periyotlar halinde değişkenlik göstermektedir (Coşkun, 2022; Coşkun vd., 2022; Coşkun vd., 2020). İklimin genel karakteristiklerinin ortaya konmasında sıcaklık, yağış, nem ve basınç gibi ana parametrelerinde meydana gelen önemli değişiklikler periyodik olarak ekstrem derecesine ulaşmaktadır. İklim elemanlarındaki bu önemli değişiklikler üzerinde son yıllarda önemli çalışmalar yapılmıştır. Yapılan çalışmalar 1850-2016 yılları içerisinde 2000'li yılların küresel ölçekte en sıcak on yılı temsil ettiğini ortaya koymuştur. Sıcaklıklarda meydana değişimler Türkiye ve dünyada farklı zaman periyotlarında yaşanmıştır.

Dünya genelinde 2016 en sıcak yıl olarak görülürken 2015 ise en sıcak ikinci yıl olmuştur. Türkiye'nin sıcaklıklarına bakıldığında ise en sıcak yıl 2010 iken ikinci en sıcak yıl ise 2014 olarak görülmektedir. Dünya genelinde yaşanan en sıcak ve en soğuk yıllarla Türkiye'de yaşanan en sıcak ve en soğuk yılların farklılık göstermesinin temel nedeni konumu ile ilgilidir (Türkeş ve Erlat, 2008; Karabulut ve Cosun, 2009; Türkeş, 2012).

Yeryüzünde iklim parametrelerin etkisi eşit bir dağılım göstermemektedir. Özellikle 40°K ile 70°K paralelleri arasında büyük kara kütleleri üzerinde belirgin olarak hissedilmektedir (Türkeş vd., 1995; Cosun, 2008; Karabulut ve Cosun, 2009). Türkiye bulunduğu konumdan dolayı iklim değişikliğinden en çok etkilenecek ülkelerden bir tanesidir. 1992 yılından sonra Türkiye'nin ortalama sıcaklıklarında pozitif yönlü trendler görülmektedir. Yaz sıcaklıklarında batı ve güneybatıda artış görülürken, kış aylarında ise ortalama yağış değerlerinde negatif yönlü trend görülmektedir (Demir vd., 2008). İklimde meydana gelen değişmelerin olumlu yönlerinden çok olumsuz yönleri mevcuttur. Canlıların yaşam koşulları, tarım, ormancılık, hayvancılık, balıkçılık ve doğal ekosistem üzerinde bu olumsuz etki uzun yıllar periyodunda kendini göstermektedir (Türkeş, 2000; Demirci ve Karakuyu, 2002; Türkeş, 2010; Türkeş, 2012).

1. Materyal ve Metot

Yüzey, 850, 700 ve 500 hPa sıcaklık değerleri açısından var olan/olmayan eğilimleri belirlemek amacıyla Karabük/Kapullu Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden Samsun, İstanbul, İzmir, Adana, Isparta, Ankara

ve Diyarbakır ravinsonde rasat istasyonlarına ait 1971-2019 yılları aralığındaki ortalama sıcaklık verileri temin edilmiştir.

Bir bölgede etkisinin hissettiren iklimin, karakterindeki değişimlerin belirlenmesi için genel olarak 30 veya 35 yıla ihtiyaç duyulmaktadır. Bu koşuldan dolayı meteorolojik istasyonlar üzerinde trend analizleri gerçekleştirilebilmek için kesintisiz olarak en az 30 yıllık veriye ihtiyaç vardır.

Trend analizleri için yöntem belirlenirken verilerin normal dağılımı gösterip göstermediği ile homojen bir yapıya sahip olup olmadığına dikkat edilmesi gerekir. Verilerin normal dağıldığı ve homojen olduğu durumlarda parametrik, verilerin normal dağılım göstermediği ve heterojen yapıya sahip olduğu durumlarda ise non-parametrik (parametrik olmayan yöntemler) tercih edilir.

Sıcaklık verilerin trend analizleri yapılmadan önce verilerin uygunluğu için bazı istatistiksel yöntemlerin kullanılması gerekmektedir. Sırasıyla sıcaklık verilerinin öncelikli olarak Kolmogorov-Smirnov testi ile dağılımı incelenmiştir. Veri setlerinin 30 yılın üstünde gözleme sahip olmasına bağlı olarak Kolmogorov-Smirnov testinin kullanımı uygun bulunmuştur. Bunun akabinde sıcaklık verilerinin homojenliği verilerin genel itibarıyla normal dağılım göstermemesinden dolayı Kruskal-Wallis testi ile analiz edilmiştir. Verilerin normal dağılmaması ve homojen olmaması hususları dikkate alınarak trend analizleri için non-parametrik (Mann-Kendall ve Spearman's Rho) testlerine ağırlık verilmiştir.

Trend analizlerinin gerçekleştirilmesinde Trend Analysis for Windows ve diğer istatistiksel yöntemlerin uygulanmasında IBM SPSS 23 programından faydalanılmıştır. Çalışmaya dair kartografik malzemeler Coğrafi Bilgi Sistemleri paket programlarından ArcGIS 10.4 ile hazırlanmıştır. Dağılık verilerin düzenlenmesi ile verilere yönelik tablo ve şekillerin oluşturulmasında ise MS Office 2016 programları kullanılmıştır.

2. Bulgular

2.1. Sıcaklık Verilerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

Bu çalışmada 1971-2019 yılları arasında atmosferik yüzey, 850, 700 ve 500 hPa'daki ortalama sıcaklık verilerinde meydana gelen değişimleri

görmek amacıyla verilerin tanımlayıcı istatistikleri hesaplanmıştır. Türkiye'nin 1971-2019 yılları arasında sıcaklıklara ait önemli değişikliklerin olduğu yıllar tespit edilmiş ve söz konusu yıllarda sıcaklıklarda en önemli değişikliklerin gözlemlendiği yıllar Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: Yıllara Göre Yüze, 850, 700 ve 500 hPa Ortalama Sıcaklık Verilerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler (°C)

| Yıl | n | Ortalama | | | Minimum | | | Maksimum | | | | | |
|------|---|----------|-----|-----|---------|------|-----|----------|-----|------|-----|-----|-----|
| | | Yüze | 850 | 700 | 500 | Yüze | 850 | 700 | 500 | Yüze | 850 | 700 | 500 |
| 1971 | 6 | 14,2 | 9,1 | -1 | -19 | 11,6 | 6,4 | -3 | -25 | 17,4 | 12 | 0,6 | -17 |
| 1974 | 6 | 13,9 | 8,5 | -3 | -17 | 11,1 | 6,2 | -9 | -25 | 17,5 | 12 | 0,2 | -5 |
| 1992 | 7 | 13,2 | 7,8 | -2 | -18 | 10,2 | 5,2 | -4 | -30 | 18 | 10 | 1,8 | -4 |
| 1999 | 7 | 15,9 | 10 | 0,3 | -12 | 12,7 | 7,6 | -1 | -25 | 19,5 | 14 | 1,6 | 14 |
| 2010 | 6 | 17,1 | 12 | 1,7 | -16 | 13,9 | 9,6 | 0,4 | -23 | 20,6 | 15 | 3,4 | -14 |

Tablo 1 incelendiğinde, atmosferik yüze ve 850 hPa'da ortalama sıcaklık değerlerinin en yüksek olduğu yıl 2010 ve en düşük olduğu yıl ise 1992 olduğu tespit edilmiştir. 700 hPa'da en sıcak yıl 2010, en soğuk olduğu yıl ise 1974 olduğu tespit edilmiştir. 500 hPa'da ortalama sıcaklık verisi üzerinden yapılan tanımlayıcı istatistiklere göre, sıcaklıkların en yüksek olduğu yıllar 1979 ve 1999, en düşük olduğu yıl ise 1971 olduğu görülmektedir. 500 hPa'da en yüksek ve en düşük sıcaklıklar yüze, 850 ve 700 hPa ile farklı yıllarda yaşandığı saptanmıştır.

Sıcaklıklarda meydana gelen değişmelerin nedeni dünya üzerinde var olan salınımların ortalama sıcaklıkları etkilediği düşünülmektedir. 2010 yılındaki sıcaklıkların nedeni negatif NAO ve kuvvetli El-Nino Türkiye'nin ortalama sıcaklıklarını arttırmıştır. Soğuk yıl olarak bilinen 1992'de düşük sıcaklıkların görülmesinin nedeni aşırı pozitif NAO ve La-Nina salınımlarının neden olduğu düşünülmektedir. 1979 ve 1999 yılında 500 hPa'da sıcaklıklardaki bu artışın nedeni 5000 metredeki genel hava dolaşımından kaynaklandığı düşünülmektedir.

2.2. Verilerin Dağılımının Araştırılması (Kolmogorov-Smirnov)

Günün her saatinde sıcaklık, nem, basınç, güneşlenme, bulutluluk ve yağış parametreleri birbirinden etkilenerek sürekli değişmektedir. İklim elemanları kısa zaman içerisinde sürekli değişkenlik sergilemesinden dolayı verilerin dağılımı için bu çalışmada Kolmogorov-Smirnov Normallik testinden yararlanılmıştır. Gözlem büyüklüğünün 30'dan büyük olması durumunda söz konusu yöntem kullanılmaktadır.

Bu çalışmada 1971-2019 yılları arasında yüzey, 850, 700 ve 500 hPa'daki sıcaklık verilerin dağılımını incelemek amacıyla non-parametrik test olan Kolmogorov-Smirnov testine bakılarak verilerin dağılımı incelenmiştir.

Hipotezler:

H₀: %95 güven düzeyinde veriler normal dağılım göstermektedir.

H_A: %95 güven düzeyinde veriler normal dağılım göstermemektedir.

Tablo 2: Ortalama Sıcaklık Değişkenlerine Ait Verilerin Normal Dağılım Testi

| Kolmogorov - Smirnov | | | |
|-----------------------------|-------------------|-----------|----------|
| | İstatistik | sd | p |
| 850 hPa Ort. Sıcaklık | 0,068 | 305 | 0,002 |
| Yüzey Ort. Sıcaklık | 0,065 | 305 | 0,003 |
| 700 hPa Ort. Sıcaklık | 0,059 | 305 | 0,011 |
| 500 hPa Ort. Sıcaklık | 0,324 | 305 | 0,00 |

p<0,05*

Tablo 2 incelendiğinde Kolmogorov-Smirnov testinden elde edilen sonuçlara göre, ortalama sıcaklık değişkenlerine ait yıllık verilerin normal dağılmadığı (p=0,02) tespit edilmiştir. Ortalama sıcaklık değişkenlerine ait p değerlerinin 0,05'ten küçük olmasına bağlı olarak sıcaklık değişkeni için H_A hipotezi kabul edilmiştir. Günün her saatinde sıcaklık, nem, basınç, güneşlenme, bulutluluk ve yağış parametreleri birbirinden etkilenerek sürekli değişmektedir. Çalışmada kullanılan sıcaklık parametresinin değişkenliği düşünüldüğünde, verilerin normal dağılmaması beklenen bir sonuçtur.

2.3. Farklı Atmosferik Yüksekliklerdeki Sıcaklık Değişkenlerin Ortalamaların Karşılaştırılması (Kruskal-Wallis Varyans Analizi)

Dünyanın enerji kaynağı güneştir. Güneşten yeryüzüne kısa ve uzun dalga boyunda ışınlarla enerji gelmektedir. Özellikle kısa dalgalı ışınların bünyesinde yüksek derecede enerji bulunmaktadır. Güneşten gelen bu dalgalar dünya yüzeyine çarparak ısınmasına neden olmaktadır. Yüzeyde bulunan sera gazları, asfalt, betonlaşma, toprak vb. diğer faktörler bu enerjiyi bünyesinde tutarak yüzeyde enerjinin birikmesini ve sıcaklığın artmasını sağlamaktadır. Kısa ve uzun dalgalı güneş ışınları yere çarptıktan sonra uzun dalga boyunda serbest atmosfere doğru geri yansıtılmaktadır. Serbest atmosfere geri yansıtılan bu ışınlar bünyesindeki enerjinin çoğunu yüzeyde bırakmasından dolayı troposferde yükseldikçe sıcaklık azalmaktadır. Troposferde yükseklik arttıkça sıcaklık azaldığı gibi su buharı da azalmaktadır. Su buharı diğer gazlara göre daha ağır olduğu için troposferin alt tabakasında yoğun olarak bulunmaktadır. Ağır bir gaz olan su buharı troposferde yükseldikçe belli bir yükseklikten sonra çok az değişmektedir. Burada 1971-2019 yılları arasında yüzey, 850, 700 ve 500 hPa yükseklikteki ortalama sıcaklık değişkenlerin çıkarımsal istatistiksel analizleri yapılmıştır. Türkiye'nin 1971-2019 yılları arasındaki farklı atmosferik yüksekliklerdeki ortalama sıcaklık verilerinin aralarında farklılıkları araştırılmış ve dikkat çeken bulgular alt başlıklarda verilmiştir

1971-2019 yılları arasında atmosferik yüzey, 850, 700 ve 500 hPa'daki ortalama sıcaklık verilerinde meydana gelen farklılıkları görmek amacıyla verilerin Kruskal-Wallis istatistikleri hesaplanmıştır. Kruskal-Wallis yıllık ortalama sıcaklık değişkenlerine ait atmosferik yüzey, 850, 700 ve 500 hPa'daki verilerin analizleri Tablo 3'te verilerek hipotezler kurulmuştur.

Hipotezler:

H₀: %95 güven düzeyinde veriler arasında fark yoktur.

H_A: %95 güven düzeyinde veriler arasında fark vardır.

Tablo 3: Sıcaklık Değişkenine Ait Kruskal - Wallis Test Sonuçları

| Sıralamalar | | | Test İstatistikleri | |
|-------------------------|-----|---------------|---------------------|------|
| Grup | n | Ortalama Sıra | X ² | sd p |
| Yüzey Ortalama Sıcaklık | 305 | 1051,43 | | |
| 850 Ortalama Sıcaklık | 305 | 777,36 | 1100,597 | 3 0 |
| 700 Ortalama Sıcaklık | 305 | 449,73 | | |
| 500 Ortalama Sıcaklık | 305 | 163,48 | | |

$p < 0,05$

Tablo 3 incelendiğinde Kruskal-Wallis testinden elde edilen sonuçlara göre, ortalama sıcaklık parametreleri arasında fark olduğu ($p=0,00$) görülmektedir. Ortalama sıcaklık değişkenlerine ait p değerlerinin 0,05'ten küçük olmasına bağlı olarak sıcaklık değişkeni için H_A hipotezi kabul edilmiştir.

2.4. Farklı Atmosferik Yüzeylerdeki Sıcaklık Verilerine İlişkin Korelasyon Analizleri (Spearman's Rho)

1971-2019 yılları arasında atmosferik yüzey, 850, 700 ve 500 hPa'daki ortalama sıcaklık verileri normal dağılmadığından dolayı kendi aralarındaki ilişkiyi tespit etmek için Spearman's Rho testinden yararlanılmıştır.

Spearman's Rho yıllık ortalama sıcaklık değişkenlerine ait atmosferik yüzey, 850, 700 ve 500 hPa'daki verilerin analizleri Tablo 4'te verilerek hipotezler kurulmuştur.

Hipotezler:

H₀: Ortalama sıcaklık değişkenleri arasında ilişki vardır.

H_A: Ortalama sıcaklık değişkenleri arasında ilişki yoktur.

Tablo 4: Ortalama Sıcaklık Spearman's Rho Korelasyon Testi Sonuçları

| Grup | Test İstatistikleri | |
|------------------|---------------------|----------------------|
| | | Yıllık Ort. Sıcaklık |
| Yüzey ve 850 hPa | r | 0,885** |
| | p | 0,00 |
| Yüzey ve 700 hPa | r | 0,863** |
| | p | 0,00 |
| Yüzey ve 500 hPa | r | 0,129 |
| | p | 0,388 |
| 850 ve 700 | r | 0,901** |
| | p | 0,00 |
| 850 ve 500 | r | 0,213 |
| | p | 0,151 |
| 700 ve 500 | r | 0,137 |
| | p | 0,357 |

*p<0,05

Tablo 4 incelendiğinde yüzey, 850, 700 ve 500 hPa ortalama sıcaklıklarının kendi aralarındaki ilişkiyi görmek için Spearman's Rho testine ait analiz sonuçları verilmiştir. Ortalama sıcaklıklar yüzey, 850 ve 700 hPa arasında güçlü ve pozitif bir ilişki ($p=0,00<0,05$; $r=0,85$) saptanmıştır. 500 hPa'nın bulunduğu yükseklik seviyesinden dolayı 500 hPa ile troposferin alt tabakasında bulunan yüzey, 850 ve 700 hPa sıcaklıkları arasında güçlü bir ilişki olmadığı görülmektedir.

2.5. Trend Analizleri

Değişkenlere ait veriler bağımsız olmakla birlikte, verilerin genel itibarıyla normal dağılıma sahip olmaması ve bütünüyle de homojen olmaması özelliklerine bağlı olarak istasyonlara yönelik trend analizleri için daha çok parametrik olmayan yöntemler tercih edilmiştir. Bu kapsamda verilere Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho testleri uygulanmıştır. Trend analizleri gerçekleştirilirken bilimsel çalışmalarda çok sık kullanılmasıdır. Analizler kapsamında aşağıdaki hipotezler kurulmuştur:

H₀: Meteorolojik istasyonlarda yüzey, 850, 700 ve 500 hPa'daki ortalama sıcaklıklarda trend göstermektedir.

H_A: Meteorolojik istasyonlarda yüzey, 850, 700 ve 500 hPa'daki ortalama sıcaklıklarda trend göstermemektedir.

1971-2019 yılları arasında yüzey, 850, 700 ve 500 hPa'daki ortalama sıcaklık parametrelerinde meydana gelen eğilimleri görmek için Mann-Kendall, Spearman ile analiz yapılmıştır.

Tablo 5'te yıllık Samsun, İstanbul, Ankara, Adana, Diyarbakır, İzmir ve Samsun istasyonlarının yüzey, 850, 700 ve 500 hPa basınç seviyesinde ortalama sıcaklara ait trend yönleri verilmiş ve aşağıdaki hipotezler kurulmuştur.

Hipotezler

H_0 : Yüzey, 850, 700 ve 500 hPa verileri trend göstermemektedir.

H_A : Yüzey, 850, 700 ve 500 hPa verileri trend göstermektedir.

Tablo 5: İstasyonlara Göre Aylık, Mevsimlik ve Yıllık Ortalama Sıcaklıkların Genel Trend Yönü

| İstasyonlar | Yıllık | İlkbahar | Yaz | Sonbahar | Kış |
|---------------------------|--------|----------|-----|----------|-----|
| Yüzey Samsun-Atakum | + | + | + | + | + |
| 850 hPa Samsun-Atakum | + | 0 | + | 0 | 0 |
| 700 hPa Samsun-Atakum | + | 0 | + | + | 0 |
| 500 hPa Samsun-Atakum | 0 | 0 | + | 0 | 0 |
| Yüzey İstanbul-Kadıköy | + | 0 | + | + | 0 |
| 850 hPa İstanbul-Kadıköy | + | 0 | + | 0 | 0 |
| 700 hPa İstanbul-Kadıköy | + | 0 | + | + | 0 |
| 500 hPa İstanbul-Kadıköy | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Yüzey Ankara-Keçiören | + | + | + | + | + |
| 850 hPa Ankara-Keçiören | + | 0 | + | + | + |
| 700 hPa Ankara-Keçiören | + | + | + | + | + |
| 500 hPa Ankara-Keçiören | + | 0 | + | + | + |
| Yüzey İzmir-Konak | + | + | + | + | 0 |
| 850 hPa İzmir-Konak | + | 0 | + | + | + |
| 700 hPa İzmir-Konak | + | + | + | + | + |
| 500 hPa İzmir-Konak | + | + | + | + | + |
| Yüzey Isparta-Merkez | + | + | + | + | + |
| 850 hPa Isparta-Merkez | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 700 hPa Isparta-Merkez | + | 0 | + | 0 | 0 |
| 500 hPa Isparta-Merkez | + | + | + | + | + |
| Yüzey Diyarbakır-Bağlar | 0 | 0 | + | 0 | 0 |
| 850 hPa Diyarbakır-Bağlar | + | + | + | + | + |
| 700 hPa Diyarbakır-Bağlar | + | + | + | 0 | + |
| 500 hPa Diyarbakır-Bağlar | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Yüzey Adana-Yüreğir | + | + | + | 0 | 0 |
| 850 hPa Adana-Yüreğir | + | 0 | + | + | + |
| 700 hPa Adana-Yüreğir | 0 | 0 | + | 0 | 0 |
| 500 hPa Adana-Yüreğir | - | - | 0 | - | - |

+:Artan Trend, -:Azalan trend 0:Trend Yok

Kaynak: GÖZALAN, 2019

Samsun-Atakum mevsimlik değerler incelendiğinde yüzeyde 4 mevsimde; 850 hPa'da yaz; 700 hPa'da yaz ve sonbahar; 500 hPa'da ise sadece yaz mevsiminde pozitif yönde trend olduğu görülürken, geriye kalan mevsimlerde bir eğilim saptanamamıştır. Yıllık ortalama sıcaklıklar

bakımından yüzey, 850 ve 700 hPa da ısınma görülürken, 500 hPa da ise trend söz konusu değildir.

Isparta-Merkez istasyonunda yüzey ve 500 hPa'da 4 mevsimde pozitif yönlü bir trend saptanmıştır. 850 hPa da 4 mevsimde de trend görülmezken; 700 hPa da ise sadece yaz mevsiminde pozitif yönlü trend olduğu belirlenmiştir. Yıllık ortalama sıcaklıklarda yüzeyde, 700 ve 500 hPa'da ısınma varken; 850 hPa'da bir ısınma eğilimi bulunmamaktadır.

Diyarbakır-Bağlar yüzeyde yaz mevsiminde ısınma görülürken diğer mevsimlerde bu trend söz konusu değildir. 850 hPa ortalama sıcaklıklarda 4 mevsimde de bir ısınma; 700 hPa'da ilkbahar, yaz ve kış mevsiminde pozitif yönlü trend görülürken, 500 hPa'da ise 4 mevsim de de trend söz konusu değildir. Yıllık ortalama sıcaklıklar yüzeyde ve 500 hPa da ısınma görülmezken, 850 ve 700 hPa'da bir ısınma eğilimi bulunmaktadır. Diyarbakır-Bağlar meteoroloji istasyonu şehrin dışında kaldığı için yüzeyde bir trend saptanamamıştır.

İzmir-Konak mevsimlik ortalama sıcaklıklarda yüzeyde ilkbahar, yaz ve sonbaharda; 850 hPa'da yaz, sonbahar ve kış mevsimlerinde pozitif trend görülürken; 700 ve 500 hPa'da ise 4 mevsimde de pozitif yönlü trend saptanmıştır. Yıllık ortalama sıcaklıklarda yüzey, 850, 700 ve 500 hPa'da bir ısınma eğilimi bulunmaktadır. İzmir-Konak istasyonunun çevresindeki şehirleşmeye bağlı olarak yüzeydeki ısınmalarda artış olduğu görülmektedir.

Ankara-Keçiören mevsimlik ortalama sıcaklıklar incelendiğinde yüzeyde 4 mevsim; 850 hPa'da yaz, sonbahar ve kış mevsimlerinde pozitif yönde trend görülürken, ilkbaharda ise ısınma eğilimi bulunmamaktadır. Yıllık ortalama sıcaklıklarda yüzeyde, 850, 700 ve 500 hPa da ısınma eğilimi görülmektedir. Yüzey ve 850 hPa'da ki anlamlı ısınmalardan dolayı sınır tabakasının dışında kalan 700 ve 500 hPa'nın ortalama sıcaklıklarında artış meydana getirdiği görülmektedir.

Adana-Yüreğir mevsimlik ortalama sıcaklıklar incelendiğinde yüzeyde ilkbahar ve yaz; 850 hPa'da yaz, sonbahar ve kış; 700 hPa'da yaz mevsiminde ısınma eğilimi görülürken, 500 hPa'da ise 4 mevsim de de trend söz konusu değildir. Yıllık ortalama sıcaklıklarda yüzey ve 850 hPa'da sıcaklıklarda pozitif eğilim, 500 hPa'da negatif; 700 hPa'da ise trend görülmemektedir.

Sınır tabakasındaki ısınmanın 850 hPa'dan sonra etkisini kaybederek, 700 hPa sıcaklıklarında bir değişme meydana getiremediği görülmektedir.

İstanbul-Kadıköy mevsimlik ortalama sıcaklıklar incelendiğinde yüzeyde, yaz ve sonbahar; 850 hPa'da yaz; 700 hPa'da yaz ve sonbahar mevsimlerinde pozitif trend görülürken; 500 hPa'da ise 4 mevsimde de ısınma eğilimi bulunmamaktadır. Yıllık sıcaklıklarda yüzey, 850 ve 700 hPa'da ısınma varken; 500 hPa'da ise bir eğilim görülmemektedir.

Çalışmaya konu olan meteoroloji istasyonlarının zamanla şehir içerisinde kalması (Diyarbakır hariç) ayrıca şehirlerde nüfusun ve şehirleşmenin artması, beraberinde yapılaşmayla betonarme binaların ve ulaşım için motorlu araç sayısının çoğalması, asfalt yolların genişlemesi gibi beşerî faktörlere bağlı olarak yüzeyde kuvvetli bir ısınma meydana gelmektedir. Bu ısınma şehir ile çevresi arasında şehir sıcaklık adası oluşturabilir. Yüzeydeki bu ısınma hava sirkülasyonlarından dolayı troposferin farklı yüksekliklerine nüfuz ederek atmosferin katlarında ortalama sıcaklık değerlerinde değişmeler de meydana getirmektedir.

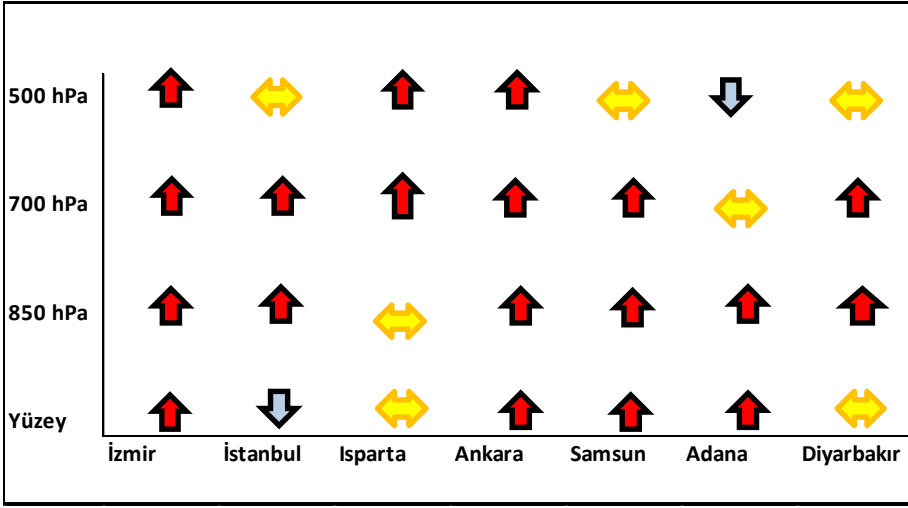
3. Sonuçlar

Çalışma kapsamında Türkiye'de yüzey, 850, 700 ve 500 hPa'da ortalama sıcaklık parametresinde meydana gelen artış/azalış eğilim sonuçları belirlenerek hipotezler oluşturulmuştur. Troposferin farklı yüksekliklerinde ölçülen ortalama sıcaklıklarda görülen eğilimler hipotezler ve şekiller ile desteklenerek elde edilen sonuçlar maddeler halinde sunulmuştur. Şekil 1'de ortalama sıcaklık verilerine ait trend yönleri gösterilmiştir.

Kurulan hipotezler:

H₀: Yüzey, 850, 700 ve 500 hPa verileri trend göstermektedir.

H_A: Yüzey, 850,700 ve 500 hPa verileri trend göstermemektedir.



Şekil 1: Yıllık Ortalama Sıcaklık Bulgularının Değerlendirilmesi

- Şehirleşmenin yoğun olduğu istasyonlarda yüzeydeki ısınmanın 500 hPa 'ya kadar nüfuz ettiği görülmektedir.
- Çalışma kapsamında bulunan Samsun-Atakum, Ankara-Keçiören, İzmir-Konak ve Adana-Yüreğir istasyonlarında yüzeyde ısınma eğilimi olduğu görülmekte ve bu istasyonlar için H_0 hipotezi kabul edilmektedir.
- Şehirleşmenin yoğun olduğu bu istasyonlarda yüzeyde meydana gelen ısınmanın etkisi troposferin farklı yüksekliklerinde bulunan 850, 700 ve 500 hPa basınç seviyelerindeki ortalama sıcaklıklarda genel olarak anlamlı artışlara neden olduğu görülmektedir.
- Diyarbakır-Bağlar istasyonunda yüzeyde eğilim bulunmamaktadır. Isınmanın görülmediği bu istasyon için H_A hipotezi kabul edilmektedir. Bu istasyon, hava alanında (kırsal bölgede) olduğu için şehrin etkisinden uzak kalarak ortalama sıcaklıklarda bir eğilim görülmemektedir.
- Samsun-Bölge istasyonunda yüzeyde meydana gelen ısınmanın etkisi 850 ve 700 hPa'daki sıcaklıkları etkilediği fakat 500 hPa'da etkisinin ortadan kalktığı görülmektedir.
- Yaklaşık 5000 metre yükseklikte bulunan 500 hPa'nın ortalama sıcaklık değerlerindeki eğilimlerin, yüzeyde meydana gelen hava

olaylarından kısmi olarak etkilendiği saptanmıştır. Tanımlayıcı istatistikte 500 hPa sıcaklıklarındaki en sıcak ve en soğuk yılların yüzey, 850 ve 700 hPa'dan farklı olduğu görülmüştür.

- Adana istasyonunda yüzeydeki ısınmanın 700 hPa'da etkisini kaybedip, 500 hPa'da negatife dönüştüğü görülmektedir.

4. Öneriler

Meteoroloji istasyonları kurulurken dikkat edilmesi gereken hususlar arasında; yakın çevresinde fabrika, yol, su kaynağı, yüksek binalar, orman bulunmamalıdır. Ayrıca uygun olmayan yamaçlara, dulda alanlara ve yol kenarlarına istasyon kurulması uygun değildir. İstasyonların ölçümlerini etkileyecek olan bu faktörlerden kaçınılmalıdır. Şehir merkezlerinde kalan meteoroloji istasyonları şehirleşmeden en çok etkilenen yerlerdir. Şehirlerin güneşten gelen ısı enerjisini fazlasıyla absorbe etmesi çevre alanlara göre daha çok ısınmasına neden olmaktadır. Şehir sıcaklık adalarının oluşmasını ve özellikle yazın şehirlerin sıcaktan yaşanmaz yerler olmasını hafifletmek adına “yeşil çatı” fikri ortaya atılmıştır. Binaların üstü çatı yerine, yeşil bitki örtüsüyle kaplanmakta ve duvarlara “dikey bahçeler yapılmaktadır. Almanya’da yeşil çatı ve dikey bahçe sistemleri yerel yönetimler tarafından desteklenmektedir. Türkiye yerel yönetimleri, özellikle büyükşehirlerde benzer uygulamaları artırmalı ve şehirlerimizi daha yaşanır şehirlere dönüştürmelidir. Ülkemizde, atmosferi dikey olarak gözleme ve ölçümleme yapan istasyon sayısı artırılmalıdır.

TREND ANALYSIS OF AVERAGE TEMPERATURES AT SURFACE, 850, 700 And 500 Hpa PRESSURE LEVELS

Abstract

The upper atmosphere is the main mechanism controlling many atmospheric phenomena occurring on Earth. A strong correlation exists between the climate prevailing on the Earth's surface and the upper atmosphere. Determining the direction and magnitude of the trends occurring at the surface and in the upper atmosphere is extremely important.

The scope of the research was determined as "Trend analysis of the average temperature parameter at surface, 850, 750 and 500 hPa pressure values". In this context, Samsun, Istanbul, Ankara, Ankara, Izmir, Izmir, Isparta, Diyarbakır, Adana, Erzurum and Kayseri stations in Turkey were analyzed. The data should have at least 30 years of measurements to perform trend analysis.

In the statistical methods used within the scope of the study, first descriptive statistics of the data were made. Subsequently, it was seen that the data were not normally distributed by applying the normality test with the Kolmogorov-Smirnov test. After the Kruskal-Wallis H test was performed to determine the difference between the temperature data of 4 different altitude levels, the relationship between them was determined by using Spearman Rho method for correlation analysis. Mann-Kendall and Spearman Rho methods were preferred for trend analysis of annual temperatures.

According to Mann-Kendall and Spearman's Rho annual trend analysis results, there is a positive trend in annual average temperatures at surface stations in Samsun, Ankara, Izmir, Adana, while there is no trend in Isparta and Diyarbakır. At 850 hPa, there is a positive trend in Samsun, Istanbul, Ankara, Izmir, Diyarbakır and Adana, while there is no trend in Isparta. At 700 hPa, there is a positive trend in Samsun, Istanbul, Izmir, Isparta, and Diyarbakır, but there is no trend in Adana. At 500 hPa, a positive trend was detected in Ankara, Izmir and Isparta stations. No trend was observed in Samsun, Istanbul and Diyarbakır. A negative trend was detected in Adana station.

Keywords: Climate change, Trend analysis, Temperature

KAYNAKÇA

- Cosun, F. (2008), *Kahramanmaraş ilinde iklim değişikliği trend analizi, Yüksek Lisans Tezi*, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı.
- Coşkun, M. (2020). *İklim değişimleri ve küresel ısınma*. M. Alım, S. Doğanay (Yay. haz.). Yer Bilimi (s. 272-302). Ankara: Pegem Akademi.
- Coşkun, M. (2022). *İklim değişimleri, küresel ısınma ve Türkiye*. S. Doğanay, M. Alım (Yay. haz.). Türkiye'nin Fiziki Coğrafyası (s. 321-350). Ankara: Pegem Akademi
- Coşkun, M., Gözalan, S., Öztekin, M., ve Coşkun, S. (2022). Susurluk Çayı Havzasında tropikal gün-yaz günü sayısındaki eğilimler ve rcp 8.5 senaryosuna göre modellenmesi. *Journal of Academic Social Science Studies*, 15(89).
- Coşkun, M., Gözalan, S., Öztekin, M., ve Dündar, Ö. (2020). Susurluk Çayı Havzasının ortalama sıcaklık ve toplam yağış verilerinin trend analizi. *The Journal of Social Sciences*, (49), 24-39.
- Demir, İ., Kılıç, G., Coşkun, M. ve Sümer, U. M. (2008). *Türkiye'de maksimum, minimum ve ortalama hava sıcaklıkları ile yağış dizilerinde gözlenen değişiklikler ve eğilimler*. TMMOB İklim Değişimi Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, 69-84.
- Demirci, A. ve Karakuyu, M. (2002). Küresel iklim değişimi ve türkiye'nin fiziki ve beşeri coğrafyası üzerindeki olası etkileri. İzmir: Klimatoloji Çalıştay, s.235-245.
- Erlat, E. (2013), *İklim sistemi ve iklim değişimleri*, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Gözalan, S. (2019). *Yüzey, 850, 700 ve 500 hPa basınç seviyelerinde sıcaklık ile nem parametrelerinin karşılaştırmalı trend analizi: Türkiye örneği*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Karabük.
- Karabulut, M.; Cosun, F., (2009), Kahramanmaraş ilinde yağışların trend analizi, *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 7 (1), S. 65-83.

- Kartal, F. (2024). Sivas İlinin Ortalama Sıcaklık ile Toplam Yağış Verilerinin Trend Analizi ve SSP İle 2100 Yılı Modellemesi. *EKEV Akademi Dergisi*, (98), 111-123.
- Korkmaz, H. (2005), Amik Gölü'nün kurutulmasının yöre iklimine etkileri, Araştırma Projesi Sonuç Raporu, Antakya, s.119.
- Şen, C. (2013), *Isparta İlinde sıcaklık ve yağış verilerinin trend analizi*, Yüksek Lisans Tezi, Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya (Fiziki Coğrafya) Anabilim Dalı.
- Tecer, L., Okutan H. ve Cerit O. (2004), İklim değişimi: 1975- 2001 periyodunda Rize yağış ve sıcaklık trendlerinin analizi, I. Ulusal Çevre Kongresi, Sivas, s.355-365
- Türkeş, M. (2000). Hava, iklim, şiddetli hava olayları ve küresel ısınma. TC Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, 187-205.
- Türkeş, M. (2010). *Klimatoloji ve meteoroloji*. İstanbul: Kriter Yayınevi.
- Türkeş, M. (2012). Türkiye'de gözlenen ve öngörülen iklim değişikliği, kuraklık ve çölleşme. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 4(2), 1-32
- Türkeş, M. and Erlat, E. (2008). Influence of the Arctic Oscillation on variability of winter mean temperatures in Turkey. *Theoretical and Applied Climatology* 92: 75-85.
- Türkeş, M., (2001), Hava, iklim, şiddetli hava olayları ve küresel ısınma. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü 2000 Yılı Seminerleri, Teknik Sunumlar, Seminerler Dizisi: 1: s. 187–205, Ankara.
- Türkeş, M., Sümer, U. M., ve Kiliç, G. (1995). Variations and trends in annual mean air temperatures in Turkey with respect to climatic variability. *International Journal of Climatology*, 15(5), 557-569.

YAZARLARIN ÖZGEÇMİŞİ

Prof. Dr. Mücahit COŞKUN

1998 yılında Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi'nden mezun oldu. 1998 yılında mezun olduğu anabilim dalında yüksek lisansa başladı. 1999 yılında araştırma görevlisi oldu. 2000 yılında yüksek lisans derecesini alarak doktora başladı. 2004 yılında Prof. Dr. Cemalettin ŞAHİN nezaretinde bitirdiği doktora eğitiminden sonra 2008 yılında yardımcı doçent kadrosuna ataması yapıldı. 2009 yılında Karabük Üniversitesi'ne yardımcı doçent olarak naklen atandı. 2012 yılında doçentlik unvanını aldı. 2017 yılında Karabük Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Fiziki Coğrafya Anabilim Dalına Profesör olarak ataması yapıldı. Araştırmalarını ulusal ve uluslararası boyutta iklim, vejetasyon, hidrografya, toprak ve fiziki coğrafya eğitimi konularında sürdürmektedir. Evli ve üç çocuk babası olup İngilizce bilmektedir.

ORCID: 0000-0002-7881-674.

Doktorant İlker ERDÖNMEZ

İlker ERDÖNMEZ, Lisans Eğitimini 2003'te, yüksek lisansını ise 2019 yılında Gazi Üniversitesi Coğrafya Eğitiminde tamamladı. Türkiye'nin değişik yerlerinde ve farklı okul türlerinde Coğrafya Öğretmenliği ve okul yöneticiliği yaptı. Evli ve 2 çocuk babasıdır. Halen Karabük üniversitesinde idari görevde çalışmakta ve Coğrafya alanında Doktora eğitimine devam etmektedir.

ORCID: 0000-0003-0453-3368.

Doktorant Hüsameddin ECE

Hüsameddin ECE, 11.02.1991 tarihinde Manisa'da doğdu. 2009 yılında Antalya Serik İMKB Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi'nden mezun oldu. 2010 yılında Karabük Üniversitesi Coğrafya Bölümü'ne kaydoldu ve 2015 yılında mezun olduktan sonra aynı yıl Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. "Araç (Kastamonu) İlçesinin Beşerî ve Ekonomik Coğrafyası" adlı teziyle 2019 yılında yüksek lisansını tamamlamıştır. Aynı yıl Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı'nda doktora eğitimine başlamış ve devam etmektedir. 2015 yılında Kastamonu Araç Anadolu İmam Hatip Lisesi'ne coğrafya öğretmeni olarak atanmıştır. 2024 yılı itibariyle Karabük Anadolu İmam Hatip Lisesi'nde coğrafya öğretmeni olarak görevine devam etmektedir.

ORCID: 0000-0002-3442-9361.

Prof. Dr. Güzin KANTÜRK YİĞİT

1977 yılında İzmir'de doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini İzmir ve Aydın'da tamamladı. Lisans eğitimini Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, Coğrafya Öğretmenliği Bölümü'nde (1995-1999), yüksek lisans ve doktorasını Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Coğrafya Öğretmenliği bilim dalında tamamladı. 1999-2001 yıllarında sosyal bilgiler öğretmenliği yaptı. 2001-2010 yılları arasında Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Sosyal Bilgiler Eğitimi Anabilim Dalı'nda araştırma görevlisi olarak çalıştı. 2010 yılında Karabük Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü'nde yardımcı doçent olarak çalışmaya başladı. 2017 yılında doçent, 2022 yılında profesör oldu. Karabük Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü'nde görevine devam etmektedir. Evli ve iki çocuk annesidir.

ORCID: 0000-0001-6137-6018.

Doktorant Kamile ZEREN

Kamile ZEREN, 1991 yılında Denizli'nin Acıpayam ilçesinde dünyaya geldi. İlk ve orta öğrenimini Dodurgalar Şehit Şeref Tay İlkokulu ve Ortaokulu'nda bitirdi. Lise eğitimini 2009 yılında Acıpayam Kız Meslek Lisesi'nde tamamladı. Lisans eğitimini Karabük Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü'nden 2016 yılında, yüksek lisansını 2021 yılında 'Devrek- Dorukhan- Mengen Arasının Vejetasyon Coğrafyası ve Ekolojik Özellikleri' adlı tez çalışması ile tamamladı. Halen Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı'nda doktora eğitimine devam etmektedir.

ORCID: 0000-0003-0034-9563.

Uzman Murat AĞCABAY

Murat Ağcabay, 2016 yılında İstanbul Bağcılar Yavuz Sultan Selim Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi'nden mezun oldu. Aynı yıl Balıkesir Üniversitesi Coğrafya Bölümü'ne kayıt yaptırdı. 2020 yılında lisans eğitimini tamamlayarak Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans eğitimine başladı. 2023 yılında danışman hocası Doç. Dr. Sevdâ COŞKUN rehberliğinde "Gönen Çayı Deltası kumul vejetasyonu ve çevresel değerlendirilmesi" başlıklı tez çalışmasını tamamladı ve mezun oldu.

ORCID: 0009-0006-3570-3189.

Doktorant Hakan AKDAĞ

Hakan AKDAĞ, 1979 yılında İnebolu'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Kastamonu'da tamamladı. 2001 yılında 19 Mayıs Üniversitesi Coğrafya Öğretmenliği bölümünden mezun oldu. Bu tarihten itibaren MEB'e bağlı okullarda coğrafya öğretmeni yaptı.

2015 yılında Karabük Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümünde yüksek lisans eğitimine başladı. 2019 yılında "Kastamonu Şehrinde Araziden Yararlanmadaki Zamansal Değişimin Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Yöntemleri ile İncelenmesi" adlı tez çalışmasıyla eğitimini tamamladı. 2022 yılında aynı üniversitede coğrafya bölümünde doktora eğitimine başladı. Halen Kastamonu ilinde coğrafya öğretmeni olarak çalışmaya devam etmektedir.

ORCID: 0009-0005-6614-0000

Prof. Dr. Osman ÇEPNİ

1984 yılında Karabük'te doğan yazar, 2001 yılında Karabük Demir Çelik Lisesi, 2006 yılında ise Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesinden mezun oldu. Yine aynı üniversitenin eğitim bilimleri enstitüsünde Haziran 2010'da yüksek lisans, Kasım 2013'te doktora eğitimini tamamladı. 2010-2013 yılları arasında Karabük Üniversitesi'nde araştırma görevlisi olarak çalıştı. 2014 yılında aynı üniversiteye öğretim üyesi olarak atandı. 2017 yılında Doçentlik unvanı aldı. 2022'de Karabük Üniversitesi Coğrafya Bölümü, Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim dalına Profesör olarak atanan yazar halen Karabük Üniversitesi'nde çalışmalarına devam etmektedir. Çepni'nin uluslararası ve ulusal hakemli dergilerde yayımlanmış makale, bildiri, proje ve kitap bölümleri bulunmaktadır.

ORCID: 0000-0003-3978-8889.

Doktorant Safiye YÜKSEL ÖZTEKİNCİ

Safiye YÜKSEL ÖZTEKİNCİ, İlk ve orta öğrenimini Eskişehir’de tamamladı. 2013 yılında Eskişehir Sarar Anadolu İmam Hatip Lisesi’nden mezun oldu. Aynı yıl Karabük Üniversitesi Coğrafya Bölümü’nde lisans eğitimine başladı. 2018 yılında Karabük Üniversitesi Coğrafya Bölümü’nden mezun olup, yüksek lisans eğitimine başladı. 2021 yılında yüksek lisans eğitimini tamamladığı Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü’nde doktora eğitimine başladı. Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı’nda doktora öğrencisi olarak eğitim hayatına devam etmektedir. İngilizce bilmektedir. Evli ve bir çocuk sahibidir.

ORCID: 0000-0001-8603-2529.

Dr. Muhammet ÖZTEKİNCİ

Muhammet ÖZTEKİNCİ, 2005 yılında önlisans eğitimine başladığı Karadeniz Teknik Üniversitesi Giresun Meslek Yüksekokulu Fındık Eksperliği Programı’ndan 2008 yılında mezun oldu. 2010 yılında lisans eğitimine başlamış olduğu Karabük Üniversitesi Coğrafya Bölümü’nden 2015 yılında mezun oldu. Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı’nda yüksek lisans eğitimini 2019 yılında tamamladı. Aynı yıl Karabük Üniversitesi’nde doktora eğitimine başlayarak “Küre Dağları Milli Parkının Vegetasyon Ekolojisi ve İklim Değişikliği Senaryolarına Göre Değerlendirilmesi (Doğu Kayını Örneği)” başlıklı Doktora Tezi ile Coğrafya Anabilim Dalı’nda “*Doktor*” unvanı aldı.

Muhammet ÖZTEKİNCİ, “*Serbest Tarım Danışmanı*” unvanı ile 2014-2017 yılları arasında “*Tarımsal Yayım ve Danışmanlık Hizmeti*” verdi.

ORCID: 0000-0002-7801-9145.

Doktorant Afife KIRMIZI

Afife KIRMIZI, 1993 yılında Ankara/Kızılcahamam'da doğdu. Kızılcahamam Lisesi'nde orta öğretimini tamamladı. 2013-2018 tarihleri arasında Karabük Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya bölümünde lisans eğitimi aldı. 2018 yılında Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başlamış olup "Efteni Gölü ve Çevresinin Vejetasyon Coğrafyası ve Sürdürülebilirliği" adlı teziyle yüksek lisans eğitimini 2021 yılında tamamlamıştır. Aynı yıl Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı'nda doktora eğitimine başlamış olup ve devam etmektedir.

ORCID: 0000-0003-3542-6995.

Doç. Dr. Sevdâ COŞKUN

1985 tarihinde Ankara'da dünyaya geldi. Lise eğitimini Hasan Ali Yücel Anadolu Öğretmen Lisesi'nde tamamladı. 2003 yılında Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Coğrafya Öğretmenliği Bölümü'ne kaydoldu. 2008 yılında bu bölümden mezun olarak aynı yıl Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Coğrafya Öğretmenliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. 2011 yılında yüksek lisans derecesi aldı. 2013-2014 eğitim-öğretim yılında Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı'nda doktora eğitimine başladı. Doktorada tez konusu olarak danışmanı Prof. Dr. h.c. İbrahim ATALAY ile "Karabük Çevresi'nin Vejetasyon Ekolojisi ve Sınıflandırılması" konusunu belirledi. 2015 yılında Karabük Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Fiziki Coğrafya Anabilim Dalı'nda Araştırma Görevlisi oldu. 2017 yılında doktora eğitimini başarı ile tamamladı. 2018 yılında aynı anabilim dalında Dr. Öğretim Üyesi olarak çalıştı. 2021 yılında "Doç. Dr." unvanını aldı ve halen belirtilen anabilim dalında çalışmalarını sürdürmektedir. Evli ve üç çocuk annesi olup, İngilizce bilmektedir.

ORCID: 0000-0002-4702-4670.

Doktorant Selime MUT

Selime MUT, Siirt'te doğdu. 2007 yılında İMKB Siirt Gazi Lisesi'nde orta öğretimini tamamladı. 2011 yılında lisans eğitimine başlamış olduğu Karabük Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü'nden 2016 yılında mezun oldu. Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı'nda 2017 yılında başladığı yüksek lisans eğitimini Prof. Dr. Ali ÖZÇAĞLAR danışmanlığında 'Siirt Merkez ve Tillo (Aydınlık) İlçelerinde Karşılaştırmalı Arazi Kullanımı' adlı tezi hazırlayarak 2020 yılında tamamladı. Aynı anabilim dalında 2022 yılında doktora eğitimine başladı.

ORCID: 0009-0001-9028-7134.

Dr. Neslihan ERDÖNMEZ

Neslihan ERDÖNMEZ, 1980 yılında Ankara'da doğdu. 2003 yılında Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Coğrafya Öğretmenliği bölümünden mezun oldu. Aynı yıl Diyarbakır-Silvan Lisesi'nde coğrafya öğretmeni olarak çalışmaya başladı. 2008 yılında Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nde yüksek lisans eğitimini, 2024 yılında ise Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı'nda Doktora eğitimini tamamladı. Evli ve 2 çocuk annesidir. Halen Karabük-Safranbolu 15 Temmuz Şehitleri Anadolu Lisesi'nde Müdür Yardımcısı olarak görev yapmaktadır.

ORCID: 0000-0003-1933-8004.

Doktorant Nesrin SARSICI

Nesrin SARSICI, 1993 tarihinde dünyaya geldi. 2011 yılında Mehmet Akif Ersoy Anadolu Lisesi'nde orta öğretimini tamamladı. 2012 yılında lisans eğitimine başlamış olduğu Karabük Üniversitesi Coğrafya Bölümü'nden 2017 yılında mezun oldu. Aynı yıl Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. 2020 yılında "Karabük ilinde Güneş Enerjisi Santrali (GES) kurulabilecek alanların çok ölçütlü karar analizi ile tespiti" adlı teziyle yüksek lisans derecesi aldı. 2020 yılında Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı'nda doktora eğitimine başladı. Doktora eğitim sürecinde tez döneminde olup doktora eğitim süreci devam etmektedir.

ORCID: 0000-0002-6846-5803.

Dr. Özlem DÜNDAR TEMUR

Özlem DÜNDAR TEMUR, Karabük Üniversitesi, Edebiyat fakültesi Coğrafya Bölümü'nden 2015 yılında mezun oldu. Aynı yıl Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başlayıp, 2019 yılında "Karabük-Safranbolu Havzası'nda Güncel ve Paleosol Toprakların Belirlenmesi" adlı araştırmasıyla tamamlamış ve aynı üniversitede doktora eğitimine devam etmiştir. 2014 yılında "Küçük Menderes Havzası'nda Toprak Erozyon Riskinin Belirlenmesi ve İklim Değişikliğinin Toprak Erozyonuna Olası Etkileri" adlı doktora tezi ile Coğrafya Anabilim Dalında "*Doktor*" unvanını aldı.

ORCID: 0000-0003-2673-6780.

Doktorant Nigar CANBULAT

Doktora öğrencisi Nigar CANBULAT, 1992'de İstanbul'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini İstanbul'da tamamlayarak 2010 yılında Karabük Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü'ne başladı. 2015'te lisans eğitimini bitirerek aynı üniversitede yüksek lisans eğitimine kabul edildi. Karabük Üniversitesi Bilimsel Araştırma Koordinasyon Birimi tarafından desteklenen "Doğal Afet Araştırmalarında Dendrojeomorfolojik Yöntemlerin Kullanımının Değerlendirilmesi" adlı teziyle 2019 yılında yüksek lisans eğitimini tamamladı. Halen Karabük Üniversitesi'nde doktora eğitimine devam etmektedir.

ORCID: 0009-0002-7554-8719.

Dr. Onur CANBULAT

Dr. Onur CANBULAT Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Coğrafya Öğretmenliği bölümünden mezun olmuştur. Yüksek lisans eğitimini 2020 yılında 'İnceburun (Sinop) ve Akkuyu (Mersin) Çevresinde Topoğrafya ve Sınır Tabakası İkliminin Olası Radyolojik Kirliliğe Etkisi' ve doktora eğitimini 2024 yılında 'İnceburun (Sinop) ve Akkuyu (Mersin) Çevresinde Uydu Verilerine Bağlı Olarak Olası Radyolojik Kirliliğin Dikey Dağılımının Tespiti' adlı araştırmalarıyla Karabük Üniversitesi'nde tamamlamıştır. https://www.researchgate.net/profile/Onur_Canbulat adresinden araştırmacıya ait akademik çalışmalara ve yayınlara ulaşılabilir.

ORCID: 0000-0002-9269-4219.

Dr. Öğr. Üyesi Fatih KARTAL

Fatih KARTAL, ilk ve ortaöğrenimini Sivas'ta tamamladıktan sonra 2003-2007 yılları arasında Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen–Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü lisans eğitiminden mezun oldu. MEB'e bağlı farklı özel eğitim kurumlarında coğrafya öğretmeni olarak görev yaptı. 2010 yılında Elazığ Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ortaöğretim Sosyal Alanlar Eğitimi Coğrafya Öğretmenliği Bölümünde Tezsiz Yüksek Lisans ve pedagojik formasyon eğitimini tamamladı. 2014-2016 yılları arasında Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Eğitim Fakültesi Coğrafya Eğitimi Ana bilim Dalı'nda “Ortaöğretim Öğrencilerinin Harita Okuryazarlık Düzeylerinin Çeşitli Değişkenler Açısından İncelenmesi” adlı çalışmasıyla Tezli Yüksek Lisans programından mezun oldu. 2018-2022 yılları arasında “Hafik, Zara ve İmranlı (Sivas) Çevresi Jips Ekolojisi” adlı teziyle Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Fiziki Coğrafya Ana bilim Dalı'nda Doktorasını tamamladı. Hâlihazırda Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Eğitim Fakültesi Türkçe ve Sosyal Bilimler Eğitimi Bölümü Coğrafya Eğitimi Ana bilim Dalı'nda Dr. Öğr. Üyesi olarak görev yapmaktadır.

ORCID: 0000-0001-9266-5007.

Doktorant Mohammed S. ALJAROUSHI

Mohammed S. Aljaroushi, born in America 1974. Benghazi - Libya is where he finished all his primary education. In 1998-1999 he earned his bachelor's degree in Geology from the earth science department, faculty of science, Garyunis University. In May 2000 he was employed by Biruni remote sensing center, department of application he was trained on remote sensing processes and satellite images interpretation and established a mapping section. By the year 2002 he finished his master's degree in remote sensing and geographic information systems at the university of Paris IV, France. Since 2021 he is a full-time doctoral student at the university of Karabuk Turkey, in the major of Geography. Mohammed is fluent in Arabic and English and speaks a little Turkish.

ORCID: 0009-0008-0991-1069.

Dr. Sıracettin GÖZALAN

Sıracettin GÖZALAN, orta ve lise öğrenimini Kocaeli ilinde tamamladı. 2011- 2016 tarihleri arasında Karabük Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya bölümünde lisans eğitimi aldı. 2016 yılında Sosyal Bilimler Enstitüsünde coğrafya alanında yüksek lisans programına başladıktan sonra “Yüzey, 850, 700 ve 500 hPa basınç seviyelerinde sıcaklık ile nem parametrelerinin karşılaştırmalı trend analizi: Türkiye örneği” başlıklı tezi tamamladıktan sonra 2019 yılında yüksek lisanstan mezun oldu. Aynı yıl Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsünde doktora eğitimine başlayıp “Akdeniz Bölgesi’nde avokado ağacının yetişebileceği uygun alanların belirlenmesi” başlıklı doktora tezi hazırlayıp Coğrafya Anabilim Dalı’nda 2023 yılında mezun olup “*Doktor*” unvanı aldı.

ORCID: 0000-0002-6721-1860.



ISBN: 978-625-367-937-8